

ARRIMAGE DES SYSTÈMES DE COLLECTE ET DES TECHNIQUES DE TRAITEMENT DU VERRE RECYCLÉ AU
QUÉBEC : PISTES DE SOLUTIONS POUR AMÉLIORER LES DÉBOUCHÉS

Par
Francis Girard-Brisson

Essai présenté au Centre universitaire de formation en
environnement et développement durable en vue de l'obtention
du grade de maître en environnement (M. Env.)

Sous la direction de Mario Laquerre

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

AVRIL 2019

SOMMAIRE

Mots clés : modes de collecte, recyclage du verre, apport volontaire, consigne publique, collecte sélective, gestion des matières résiduelles, centres de tri

L'objectif général de cet essai est de présenter les différents systèmes de collecte et de traitement du verre, et de déterminer si leur application serait appropriée pour répondre aux problématiques de gestion du verre au Québec. La gestion du verre est devenue un enjeu important au Québec suite à la publication du dernier bilan de RECYC-QUÉBEC qui faisait état d'un taux de recyclage abyssal pour le verre récupéré. Les Québécois ont été surpris d'apprendre qu'une partie importante du verre récupéré était utilisé dans les lieux d'enfouissement techniques. Des avancées considérables semblent avoir été réalisées depuis la collecte de données ayant servi à produire ce bilan, mais les informations disponibles actuellement ne permettent pas de confirmer que le Québec est en voie de régler la situation.

Pour répondre à son objectif général, cet essai répond d'abord à trois sous-objectifs. Premièrement, dresser un portrait des différents modes de collectes privilégiés à l'étranger afin de les comparer à la situation québécoise. Deuxièmement, identifier les usages conventionnels et les usages potentiels du verre recyclé. Troisièmement, évaluer la possibilité de combiner différents modes de collecte pour répondre aux enjeux propres au Québec. Dans le cadre de cet essai, les deux premiers sous-objectifs font l'objet d'une revue de littérature, tandis que le dernier est atteint grâce à une analyse multicritère qui compare les scénarios possibles à la situation actuelle.

L'analyse finale propose cinq scénarios de gestion qui pourraient répondre à la crise actuelle. Parmi ces cinq scénarios, deux d'entre eux se démarquent davantage. Premièrement, la collecte sélective, à condition que le plan Verre l'Innovation apporte les bénéfices attendus. Deuxièmement, la création de centres de dépôt qui combineraient l'apport volontaire et une consigne élargie. Au final, cet essai a permis de dresser un portrait plus clair de la gestion du verre au Québec et de faire un résumé des options qui sont sur la table. Des options plus originales sont aussi abordées pour tenter d'en tirer des recommandations qui pourraient être intégrées à notre système sans le changer de fond en comble. Les recommandations incluent notamment une meilleure traçabilité des matières recyclables, la disponibilité d'information détaillée en continu, et des ristournes pour les centres de tri qui atteignent des cibles de performance. Cet essai vient à la conclusion qu'une seule stratégie ne pourra vraisemblablement pas régler à elle seule les enjeux de gestion du verre au Québec. Même si la technologie de micronisation démontre un potentiel intéressant, le Québec devrait éviter de miser sur une solution unique et préparer dès maintenant un ensemble d'interventions pour s'attaquer réellement au recyclage du verre.

REMERCIEMENTS

Tout d’abord, je tiens à remercier Mario Laquerre pour sa patience et ses bons conseils. Ses commentaires toujours francs et directs m’ont permis de trouver des solutions intéressantes lorsque je doutais de ma capacité à compléter cet essai. J’ai beaucoup apprécié chacune de nos discussions.

Merci à mes amis et à ma famille de m’avoir offert un support moral au travers de cette expérience. Vous m’avez permis de donner le meilleur de moi-même lorsque la motivation venait à manquer. Je tiens particulièrement à remercier mes parents qui m’ont encouragé du début à la fin.

Enfin, je dois remercier mes collègues de travail, qui ont toujours été prêts à tendre une oreille attentive pour écouter mes dernières péripéties. Vos commentaires m’ont permis de garder les pieds sur terre et de finalement terminer ce projet.

TABLES DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. PORTRAIT DE LA RÉCUPÉRATION DU VERRE AU QUÉBEC.....	4
1.1 Histoire de la récupération du verre au Québec	4
1.2 Évolution des méthodes de collecte.....	6
1.2.1 Collecte sélective	6
1.2.2 Apport volontaire.....	7
1.2.3 Consigne publique.....	9
1.3 Situation actuelle des centres de tri	12
1.3.1 Gestion des centres de tri	12
1.3.2 Processus de tri des matières	13
1.3.3 Situation économique des centres de tri.....	14
2. MÉTHODES DE COLLECTE AU CANADA ET À L'INTERNATIONAL.....	18
2.1 Ailleurs au Canada	18
2.1.1 Cas de l'Ontario.....	18
2.1.2 Cas de la Colombie-Britannique.....	20
2.2 À l'international	23
2.2.1 Cas de la France	23
2.2.2 Cas de l'Allemagne.....	26
2.2.3 Cas de l'Australie.....	27
2.3 Comparaison des états sélectionnée.....	29
3. MARCHÉ DU VERRE AU QUÉBEC.....	32
3.1 Marchés existants pour le verre recyclé.....	32
3.1.1 Refonte de contenants.....	32
3.1.2 Laine de fibre de verre	33
3.1.3 Matériaux abrasifs	34
3.1.4 Agents de filtration	34
3.1.5 Matériaux de recouvrement	35
3.1.6 Usages variés.....	35
3.2 Marchés potentiels pour le Québec	36
3.2.1 Ajouts cimentaires	36
3.2.2 Agrégats dans le béton	37

3.2.3 Verre cellulaire	37
3.2.4 Additifs industriels	38
3.3 Estimation des besoins en verre recyclé au Québec	38
4. ANALYSE COMPARATIVE DES RÉSULTATS.....	40
4.1 Méthodologie	40
4.1.1 Description des scénarios à l'étude	41
4.1.2 Description des critères d'analyse	43
4.2 Analyse des différents scénarios.....	46
4.2.1 Scénario 1 – Collecte pêle-mêle seulement.....	46
4.2.2 Scénario 2 – Collecte pêle-mêle et élargissement de la consigne	48
4.2.3 Scénario 3 – Collecte pêle-mêle et points d'apport volontaire	49
4.2.4 Scénario 4 – Collecte pêle-mêle, consigne, et points d'apport volontaire	50
4.2.5 Scénario 5 – Abandon complet de la collecte pêle-mêle du verre	51
4.3 Résultats et limites de l'analyse.....	53
5. RECOMMANDATIONS	56
5.1 Technologiques	56
5.2 Règlementaires	57
5.3 Financières	58
CONCLUSION	59
LISTE DES RÉFÉRENCES	61
BIBLIOGRAPHIE.....	70
ANNEXE 1 – CALCUL DES QUANTITÉS DE VERRE TRAITÉ AU QUÉBEC	71
ANNEXE 2 – CONSIGNES DE COLLECTE DES DIFFÉRENTES RÉGIONS DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE	73

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1. Modèles courants de conteneurs semi-enfouis	8
Figure 1.2 Pourcentage de récupération des contenants à usage multiple en verre de 2006 à 2016	10
Figure 1.3. Évolution du prix moyen du calcin de 2008 à 2016 (à la tonne)	15
Figure 1.4. Flux de consommation, de collecte, et de recyclage du verre au Québec en 2015.....	16
Figure 2.1 Exemple de verre collecté en camion-benne versus du verre collecté par apport volontaire ..	25
Tableau 1.1 Taux de recyclage aux États-Unis en 2010	10
Tableau 2.1 Cibles de récupération de la Colombie-Britannique	21
Tableau 2.2 Cibles de recyclage en Australie, par état ou territoire.....	28
Tableau 2.3 Fonctionnement des systèmes de collecte et de traitement du verre par territoire	30
Tableau 2.4 Résultats des systèmes de collecte et de traitement du verre par territoire	31
Tableau 3.1 Utilisation du verre issu de la collecte sélective au Québec	39
Tableau 4.1 Présentation des scénarios analysés	41
Tableau 4.2 Présentation de critères utilisés dans le cadre de l'analyse	43
Tableau 4.3 Signification des résultats attribués par critères	46
Tableau 4.4 Résultats du Scénario 1 – Collecte pêle-mêle seulement	46
Tableau 4.5 Résultats du Scénario 2 – Collecte pêle-mêle et élargissement de la consigne.....	48
Tableau 4.6 Résultats du Scénario 3 – Collecte pêle-mêle et points d’apport volontaire	49
Tableau 4.7 Résultats du Scénario 4 – Collecte pêle-mêle, consigne, et points d’apport volontaire.....	50
Tableau 4.8 Résultats du Scénario 5 – Abandon complet de la collecte pêle-mêle du verre.....	52
Tableau 4.9 Analyse comparative des scénarios à l'étude.....	53

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

3RV-E	Réduction, réemploi, recyclage, valorisation et élimination
ACV	Analyse du cycle de vie
ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
BAPE	Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
CRD	Construction, rénovation et démolition
CRIQ	Centre de recherche industrielle du Québec
CRM	Contenant à remplissage multiple
CRU	Contenant à remplissage unique
CSE	Conteneurs semi-enfouis
CSST	Commission de la santé et de la sécurité du travail
FEDEREC	Fédération des Entreprises du Recyclage
FIV	Fédération de l'Industrie du Verre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
ICI	Industries, commerces et institutions
ISÉ	Information, sensibilisation, éducation
LET	Lieu d'enfouissement technique
LQE	Loi sur la qualité de l'environnement
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la lutte aux changements climatiques
PAV	Point d'apport volontaire
PMGMR	Plan métropolitain de gestion des matières résiduelles
OBNL	Organisme à but non lucratif
SAQ	Société des alcools du Québec

INTRODUCTION

Le verre est un matériau facilement recyclable qui a le potentiel de maintenir en grande partie ses qualités physico-chimiques lors du processus de refonte (Butler et Hooper, 2011). Si l'on considère l'impact environnemental de sa fabrication, l'information disponible semble indiquer qu'il serait avantageux d'utiliser le verre récupéré pour faire du verre à nouveau (Vellini et Savioli, 2008). Cependant, les méthodes de collecte et de traitement utilisées présentement au Québec ne permettent pas d'obtenir un verre de qualité suffisante pour répondre aux exigences des recycleurs (Borde, 2008, 19 août). Le verre récupéré au travers de la collecte sélective municipale est donc fréquemment utilisé pour produire des abrasifs, des ajouts cimentaires, des agents de filtration et des agents de remplissage (Porter, 2 juin 2017). Ces usages ne profitent que peu de l'énergie emmagasinée lors de la production du verre, et peuvent donc être considérés comme des formes de *downcycling*, terme décrivant la réutilisation d'un matériau en item de moindre valeur (McDonough et Braungart, 2002).

Plusieurs acteurs du milieu du recyclage misent sur le développement de nouveaux débouchés pour augmenter la valeur de mise en marché du verre mixte. Cependant, une analyse de cycle de vie des différents usages proposés remet en doute cette vision du problème. Les auteurs du rapport estiment que seule la production de poudre de verre en vue de son utilisation dans la fabrication de ciment Portland pourrait présenter des impacts environnementaux inférieurs à la production de nouveaux contenants de verre (Quantis, 2015). Malgré ces usages émergents pour le verre mixte, le taux de recyclage est passé de 54 % à 14 % entre 2010 et 2015. En 2015, c'était 67 % du verre récupéré dans les centres de tri québécois qui était utilisé comme matériaux de recouvrement dans des lieux d'enfouissement technique (LET) (RECYC-QUÉBEC, 2017).

Une autre frange de citoyens milite pour étendre la consigne à davantage de contenants en verre, à l'instar de plusieurs autres provinces (Desmarais, 2016, 9 juillet). Cependant, plusieurs distributeurs de contenants en verre s'opposent vertement à la consigne, et le débat stagne. Il est donc nécessaire d'évaluer d'autres avenues pour la collecte et le traitement du verre recyclé. À ces fins, l'organisme Éco Entreprises Québec a mis en place le programme Verre l'Innovation, qui propose des pistes de solutions et fournit un financement qui permet de tester des nouvelles méthodes de traitement du verre. Les centres de tri québécois développent présentement de nouveaux modes de tri et de prétraitement du verre, comme la méthode développée par *Krysteline Technologies*. Ces nouvelles méthodes de tri visent à séparer le verre des autres matières, mais ne permettent toujours pas d'obtenir du calcin de qualité suffisante pour en faire du verre. (Éco Entreprises Québec, s. d.a)

Il est aussi important de considérer que l'utilisation du verre pourrait éventuellement voir un regain d'intérêt au cours de la prochaine décennie. En effet, un mouvement est en place depuis plusieurs années pour réduire l'utilisation du plastique, notamment dans l'emballage. Le Canada a notamment présenté une Charte du plastique à la dernière rencontre du G7 en juin 2018 qui vise à récupérer 100 % des emballages de plastiques d'ici 2040 (Radio-Canada, 2018, 10 juin). L'atteinte de cette cible devra faire l'objet de plusieurs actions coordonnées, incluant l'adoption de matières alternatives pour certains emballages. Sachant que l'on pourrait observer à moyen terme une augmentation du recours au verre comme emballage, il est essentiel de mettre en place un système efficace de gestion du verre récupéré.

Plusieurs essais ont étudié l'état actuel de l'industrie du recyclage au Québec pour fournir des pistes de solutions (Chevalier, 2018 ; Laroche Paquet, 2014; Boisselle, 2011), mais sans toutefois explorer simultanément les liens entre les méthodes de collecte, les techniques de traitement, et les besoins en matières premières. Les avancées québécoises en termes de gestion des matières recyclables ont souvent été mises en place en l'absence d'une vue d'ensemble sur les possibilités de réutilisation des matériaux. Avant d'implanter une nouvelle technologie de traitement du verre dans l'ensemble du réseau de centres de tri québécois, il est important d'évaluer si son implantation à grande échelle est réellement nécessaire. Il faut aussi déterminer si cette technologie doit effectivement être implantée à grande échelle, ou si des particularités régionales rendent son application plus appropriée à certains contextes.

C'est pourquoi l'objectif du présent essai est d'évaluer les différents systèmes de collecte et de traitement du verre, et de déterminer dans quels cas leurs applications sont appropriées. Pour répondre à cet objectif, trois sous-objectifs ont été établis. Premièrement, dresser un portrait des différents modes de collectes privilégiés à l'étranger pour les comparer à la situation québécoise. Deuxièmement, il est nécessaire d'identifier les usages actuels et les usages émergents du verre recyclé, ainsi que la qualité de verre requis par ces usages. Troisièmement, évaluer la faisabilité de combiner plusieurs modes de collecte. Les deux premiers sous-objectifs seront atteints grâce à la réalisation d'une revue de littérature, tandis que le dernier fera l'objet d'une analyse multicritère pour comparer les scénarios possibles à la situation actuelle.

Le premier chapitre de cet essai présente la situation actuelle de l'industrie de la récupération du verre au Québec. Il sert à mettre en lumière les décisions qui ont mené à l'adoption du système actuel, en plus de souligner ses forces et ses faiblesses. Le deuxième chapitre décrit les méthodes de collecte utilisées ailleurs au Canada et à l'international. Différentes juridictions sont comparées avec le Québec au niveau de la gouvernance, de la réglementation, du financement, des modes de collecte, et des résultats. Le

troisième chapitre aborde les différents marchés pour le verre recyclé. Les débouchés conventionnels ainsi que les débouchés en émergence sont décrits relativement à leur pertinence pour le Québec, et une évaluation des marchés potentiels est effectuée.

Le quatrième chapitre combine les informations relevées dans les deux chapitres précédents pour comparer différentes options de système de récupération. Le dernier chapitre vient ensuite présenter quelques recommandations aux niveaux financiers, réglementaires et technologiques qui permettraient de mieux orienter les décisions de l'industrie et de faciliter la transition nécessaire à une meilleure gestion du verre au Québec.

1. PORTRAIT DE LA RÉCUPÉRATION DU VERRE AU QUÉBEC

Afin d'analyser les améliorations pouvant être apportées aux méthodes de collectes du verre, il est essentiel de réaliser un portrait clair de la situation actuelle. Ce chapitre présente les différentes politiques gouvernementales s'appliquant à la gestion des matières résiduelles, l'histoire de la collecte du verre au Québec, ainsi que la situation dans laquelle se trouve actuellement l'industrie québécoise du recyclage du verre.

1.1 Histoire de la récupération du verre au Québec

Les notions de gestion des matières résiduelles ont évolué rapidement au cours des cinquante dernières années. En observant l'évolution du recyclage au Québec, ainsi que les décisions prises par les autorités de l'époque, il est possible d'identifier les intérêts divergents à l'origine des problèmes auxquels l'industrie de la récupération du verre doit maintenant faire face.

En 1972, l'adoption de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) vient jeter les bases de la gestion des déchets au Québec. Certaines dispositions visent l'enfouissement des matières résiduelles, mais aucune cible de recyclage n'est établie. Le recyclage n'y est même pas abordé. Ce n'est qu'en 1978 que le gouvernement met en place le Règlement sur les déchets solides, première tentative de contrôler la gestion désordonnée de l'enfouissement des déchets. En limitant le nombre de lieux d'élimination par région en fonction de sa population, cette réglementation fait passer de 555 à 70 le nombre de sites d'enfouissement actifs, mais encore une fois, le terme recyclage n'apparaît aucunement dans le texte de loi. (Olivier, 2016)

La portée du règlement est toutefois trop restrictive, puisqu'elle ne vise que l'enfouissement et non la collecte des matières résiduelles. C'est pourquoi le gouvernement adopte en 1989 la Politique de gestion intégrée des déchets solides. Cette politique aborde pour la première fois la hiérarchie des 3RV-E, soit Réduction, Réemploi, Recyclage, et Valorisation. Cette politique fixe comme objectifs la réduction de 50 % de la quantité de matières résiduelles éliminées pour l'an 2000 et la mise en place de moyens d'élimination adéquats et sécuritaires (Ménard, 2009). Elle précise aussi les rôles de chaque palier gouvernemental. Le Ministère s'occupe des lieux de gestion des déchets solides tandis que les municipalités décident des moyens de collecte, de transport, de traitement, et d'élimination des résidus générés sur leur territoire (Olivier, 2016). Cette division des rôles crée une situation où les processus de collecte des matières résiduelles ne font pas l'objet d'une réflexion à l'échelle de la province. L'efficacité du processus recyclage dépend largement des intérêts changeant des diverses administrations municipales qui se succèdent.

La politique de 1989 ne donne cependant pas les résultats escomptés. C'est pourquoi le gouvernement donne au Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) le mandat de dresser un bilan de la situation et de fournir des recommandations sur la gestion des déchets solides. Publié en 1997, le rapport du BAPE a servi de base au Plan d'action québécois sur la gestion des matières résiduelles 1998-2000 (1998). Ce plan d'action sera enchâssé dans la Loi sur la qualité de l'environnement en 2000 et deviendra ainsi la Politique québécoise sur la gestion des matières résiduelles 1998-2008. Cette seconde politique donne un cadre légal à l'atteinte des cibles de mise en valeur des matières résiduelles. Dans cette politique, les cibles sont fixées pour chaque secteur et pour chaque matière. Pour le verre, elles sont de 60 % pour le secteur résidentiel ainsi que celui de la construction, rénovation et démolition (CRD), tandis que le secteur des industries, commerces et institutions (ICI) doit atteindre 95 % de mise en valeur (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la lutte aux changements climatiques [MDDELCC], 2002).

En 1990, le gouvernement crée RECYC-QUÉBEC crée une société d'État dédiée à la gestion des matières résiduelles (RECYC-QUÉBEC, 2006). Sa mission est de « promouvoir, de développer et de favoriser la réduction, le réemploi, la récupération et le recyclage de contenants, d'emballages, de matières ou de produits ainsi que leur valorisation dans une perspective de conservation des ressources. » (*Loi sur la Société québécoise de récupération et de recyclage*)

Le bilan de la Politique 1998-2008 est mitigé. Malgré une augmentation de 15 % du taux global de la récupération en 10 ans, le Québec n'atteint toujours pas les cibles édictées dans sa politique (RECYC-QUÉBEC, 2009). Malgré les gains réalisés, la quantité de matières envoyées dans les sites d'enfouissement a elle aussi augmenté durant cette décennie à cause de la consommation toujours croissante des ménages québécois (Ménard, 2008). Au terme de cette politique, le recyclage du verre issu de la collecte sélective plafonne à 47 % pour le secteur municipal et 54 % pour les ICI (Olivier, 2016).

La nouvelle politique québécoise de gestion des matières résiduelles 2011-2015 vise maintenant à atteindre un taux de recyclage de 70 % tous secteurs confondus. Selon la dernière Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel de RECYC-QUÉBEC, le secteur résidentiel québécois produisait environ 192 000 tonnes de verre recyclable en 2012-2013, ce qui équivaut à 24 kg/personne/année (RECYC-QUÉBEC, 2015). Seulement 58 % de ce verre serait récolté par la collecte sélective, un résultat qui est toujours loin d'atteindre les cibles gouvernementales. Trois ans après la date limite fixée par le plan d'action 2011-2015, le Québec est toujours en attente d'un nouveau plan visant la gestion des matières résiduelles

1.2 Évolution des méthodes de collecte

À l'échelle du Québec, on observe trois modes de collecte principaux visant les matières recyclables, soit la collecte sélective en porte-à-porte, l'apport volontaire, et la consigne. La collecte sélective s'est largement imposée comme méthode de prédilection dans le milieu résidentiel, mais les autres types de collecte gardent un certain rôle à jouer dans la collecte du verre au Québec.

1.2.1 Collecte sélective

Jusqu'au début des années 1970, il n'existe aucun programme gouvernemental de recyclage au Québec. C'est à la suite du mouvement environnemental des années subséquentes que les gouvernements successifs mettent en place des politiques pour réduire le recours à l'enfouissement et pour augmenter le taux de recyclage des matières résiduelles. Le verre, comme les autres matières, ne fait à cette époque l'objet d'aucune collecte particulière et n'était recyclé que par des verriers de façon plus ou moins artisanale. La majorité des matières résiduelles produites en milieu résidentiel au Québec étaient destinées à l'enfouissement ou à l'incinération. Les effets de cette situation sont facilement discernables lorsqu'on observe le nombre de dépotoirs qui pullulaient à l'époque sur le territoire québécois.

Ce n'est qu'en 1985, à la suite de projets pilotes à Victoriaville et L'Ancienne-Lorette, que la collecte sélective du recyclage commence à se répandre comme le mode de collecte standard au Québec (Chamard et Méthot, s. d.). Ces essais obtiennent des résultats encourageants, et l'adoption de la collecte sélective porte-à-porte s'étend rapidement ailleurs au Québec. Parallèlement au développement des politiques gouvernementales, la collecte sélective s'est imposée dans la grande majorité des municipalités québécoises. Le programme Collecte Sélective Québec est d'ailleurs mis en place pour aider les municipalités québécoises à adopter la collecte sélective. Dès 2006 surviendra la transformation de Collecte Sélective Québec en Éco Entreprises Québec, nouvelle entité reconnue par le gouvernement qui a pour mandat de financer une partie de la collecte sélective, alors que l'ancien organisme avait pour but de financer le démarrage de programmes de collecte sélective. En 2018, 99 % des foyers québécois sont maintenant desservis par la collecte sélective (ÉEQ, 2018).

Pendant plusieurs années, certaines municipalités du Québec ont employé des collectes séparées selon le type de matières. On retrouvait fréquemment deux fractions : une collecte pour le papier et le carton, ainsi qu'une collecte pour le plastique, le verre et le métal. Cette pratique a graduellement disparu à l'échelle du Québec pour diminuer les coûts de collecte. La MRC de Beauharnois-Salaberry a par exemple abandonné cette pratique en 2012 ce qui a forcé Rebut Solides Canadiens Inc. situé à Châteauguay à revoir ses installations (INFOSuroit, 20 novembre 2012).

1.2.2 Apport volontaire

L'apport volontaire désigne l'utilisation de points d'apport volontaire (PAV), soit des conteneurs de collecte installés en terres publiques qui sont accessibles à l'ensemble de la population. Dans les PAV, plusieurs conteneurs sont généralement installés ensemble pour permettre un tri à la source des matières résiduelles. Il est important de noter que certaines recherches québécoises décrivent les édifices à logements qui partagent leurs contenants de collecte comme un type d'apport volontaire, mais l'analyse effectuée ici se limitera aux PAV situés hors foyer. Dans le cas des multilogements, L'ADEME décrit davantage ces conteneurs comme des « points de regroupement ». (ADEME, 2016)

L'apport volontaire offre certains avantages par rapport à la collecte sélective. Premièrement, le verre déposé dans les PAV est déjà isolé des autres matières, ce qui permet de diminuer la contamination et d'augmenter le potentiel de revente. Certains PAV peuvent même être sous-divisés pour permettre de séparer les différentes couleurs de verre. Deuxièmement, il est possible de réduire les coûts de collecte puisque les PAV diminuent la distance à parcourir pour les camions chargés d'effectuer le ramassage.

Durant la conscientisation environnementale des années 80 et 90, les services mis en place étaient majoritairement constitués de points d'apport volontaire (Gaia Environnement, 2007). Les citoyens étaient alors encouragés à se déplacer vers ces points de dépôt pour y déposer leur matière recyclable. Avec l'essor de la collecte sélective, les PAV ont rapidement disparu du paysage québécois. Peu de municipalités au Québec favorisent aujourd'hui l'apport volontaire pour la collecte du verre (Chamard et Méthot, s. d.). Les endroits qui utilisent encore cette méthode sont ceux où la densité de population est très faible. Parfois, cette méthode est aussi utilisée dans les municipalités où la population varie de façon saisonnière.

Dernièrement, la commercialisation de nouveaux types de conteneurs semi-enfouis (CSE) donne un nouveau souffle à l'apport volontaire. Les CSE offrent plusieurs avantages par rapport aux conteneurs hors-sol traditionnels. Puisque la majorité de leur volume est situé sous terre, ils permettent d'accumuler une plus grande quantité de verre avant de devoir procéder à un chargement. De nouveaux modèles sont aussi dotés de mécanisme pour assurer une meilleure insonorisation. Si l'on considère que le bris du verre peut être particulièrement bruyant, cela permet d'installer des conteneurs beaucoup plus près des zones habitées. (Messih, 2010) Les CSE permettent aussi d'implanter des points de dépôts sur des projets immobiliers de façon plus esthétique que si les promoteurs recouraient à des conteneurs traditionnels. Par exemple, la Ville de Vaudreuil-Dorion a implanté plus de 100 CSE sur son territoire. La majorité d'entre eux desservent des condos (Charbonneau, 2017).



Figure 1.1 Modèle courant de conteneurs semi-enfouis (tiré de : Molok North America Ltd., s. d.)

Le 25 juillet 2018, RECYC-QUÉBEC publiait un rapport réalisé par la firme Deloitte qui étudiait le modèle du dépôt volontaire (Deloitte, 2018). Cette étude vise à évaluer la pertinence d'un modèle de dépôts volontaires de verre en parallèle à la collecte sélective. Pour ce faire, les auteurs du rapport passent en revue les cas de six municipalités à travers le monde qui ont mis en place des sites de dépôts volontaires, sous une forme ou une autre, pour le verre. Grâce à ces systèmes, les municipalités en question récupèrent des quantités de verre allant de 25 tonnes pour la municipalité régionale de comté (MRC) de Minganie à plus de 2 000 tonnes pour la ville de Boise aux États-Unis. Le rapport se poursuit pour évaluer le recours à l'apport volontaire dans la MRC du Val-Saint-François. Dans le cas du Val Saint-François, les auteurs estiment que la collecte du verre par apport volontaire augmenterait les coûts de collecte d'environ 160\$/tonne, ce qui correspond à une augmentation de 5 % pour l'ensemble des coûts de collecte de la MRC.

Dans son rapport, Deloitte compare deux modèles de collecte par apport volontaire. La première méthode fonctionne grâce à un nombre réduit de conteneurs à grande capacité qui sont vidés sur demande. Le contenu de chaque conteneur est amené au centre de tri qui fait office de centre de transbordement, et le verre n'est amené au conditionneur que lorsque la quantité de verre accumulée dépasse un seuil préétabli. Le deuxième modèle exige un nombre plus important de conteneurs de faible capacité. Ceux-ci sont mieux répartis sur le territoire, ce qui facilite le travail des citoyens, mais doivent être levés plus fréquemment. Dans ce scénario, les conteneurs sont équipés de sondes pour prévoir les meilleurs parcours de collecte et le verre récupéré est amené directement au conditionneur. Le rapport souligne aussi la nécessité des outils d'information, de sensibilisation, et d'éducation (ISÉ) pour assurer la réussite du programme. (Deloitte, 2018)

Depuis la publication du rapport, un grand nombre de municipalités comme Bromont, Sorel-Tracy, et Magog évalue la possibilité de mettre en place un système d'apport volontaire du verre pour répondre aux demandes de leurs citoyens (Gagnon, 2019, 6 février; Guillet, 2019, 1^{er} février; Lambert, 2019, 1^{er} février). L'Université du Québec à Trois-Rivières a aussi annoncé qu'elle installerait en collaboration avec le Groupe Bellemare un conteneur de collecte pour le verre à disposition de la communauté étudiante (Alarie, 2019, 6 février). Ces initiatives démontrent que l'intérêt est présent chez les citoyens et qu'un bon nombre d'entre eux est au courant des limitations de la collecte sélective. Ils sont donc prêts à faire un effort supplémentaire pour s'assurer que leur verre soit récupéré pour effectuer du recyclage à haute valeur ajoutée.

1.2.3 Consigne publique

La consigne est un mode de récupération où le consommateur paie un montant supplémentaire à l'achat d'un produit et se voit rembourser cette somme s'il rapporte celui-ci après usage. Ce mode de collecte se distingue par la mesure incitative qu'il offre au citoyen. Il demande toutefois un important réseau de points de service pouvant recevoir et trier ces contenants (RECYC-QUÉBEC, 2018a). La consigne pourrait s'apparenter à un type d'apport volontaire puisque c'est le consommateur qui est responsable de rapporter le contenant dans un lieu prédéterminé. Toutefois, la structure multipartite nécessaire à son implantation et à sa gestion demeure unique, et sera donc traitée séparément dans le cadre de cet essai.

En parallèle au développement de la collecte sélective, deux systèmes de consignation ont été mis en place au Québec : la consigne publique et la consigne privée. La consigne privée vise certains contenants à remplissage multiples (CRM) tels que les bouteilles de bière en verre brun. Cette consigne est entièrement gérée par l'industrie grâce à des ententes privées. Instaurée en 1984, la consigne publique concerne les contenants à remplissage unique (CRU) tels que les canettes et les bouteilles de boissons gazeuses, ainsi que certains contenants de bière. Dans les deux cas, un montant est exigé à l'achat du produit et ce montant est remis au consommateur lorsqu'il ramène le contenant dans un point de dépôt. La consigne privée permettrait de récupérer jusqu'à 95 % des bouteilles mises en marché, tandis que la consigne publique récupère environ 70 % des contenants de verre mis en marché. (RECYC-QUÉBEC, 2018a) Puisque la consigne privée fonctionne quasiment en cycle fermé, cet essai discutera majoritairement de la consigne publique.

Au Canada, toutes les provinces et tous les territoires à l'exception du Nunavut ont implanté la consigne sur au moins une portion des contenants de verre mis en vente. Aux États-Unis, ce sont 11 des 50 états qui ont implanté un tel système. Les taux de recyclage dans ces états sont en moyenne 30,6 % supérieurs,

tous types de contenants confondus (voir Tableau 1.1). Pour les contenants en verre, la consigne augmente de 37,7 % le taux de recyclage comparativement aux autres états (Gitlitz, 2013). Il est toutefois important de noter que l'écart n'est pas seulement dû à la consigne, et que les états ayant implanté un tel système sont généralement reconnus pour leurs efforts en matière d'environnement.

Tableau 1.1 Taux de recyclage aux États-Unis en 2010 (adapté de Gitlitz, 2013)

	Aluminium	PET	HDPE	Verre	Moyenne
11 États avec une consigne sur les bouteilles de verre	85,2 %	55,7 %	54,3 %	74,6 %	70,2 %
39 États sans consigne sur les bouteilles de verre	38,3 %	16,1 %	20,2 %	21,4 %	27,6 %
Moyenne nationale	49,7 %	29,1 %	29,9 %	36,9 %	39,6 %

Plusieurs caractéristiques augmentent le taux de récupération des contenants consignés. Le coût de la consigne a un effet important sur le pourcentage de récupération des contenants consignés. Une hausse de la valeur de la consigne est fréquemment liée à l'augmentation du taux de récupération. On note par exemple, que les CRU en verre consignés à 10¢ sont rapportés en général deux fois plus souvent que les CRU en verre de 5¢ (voir Figure 1.2). Le taux de récupération diminue ensuite lorsque la valeur de la consigne atteint 20¢, mais cette diminution peut s'expliquer par le fait que ces derniers ne représentent que 2,7 % des contenants de verre consignés dans la province. Il est donc possible que les citoyens aient moins l'habitude de ramener ces contenants.

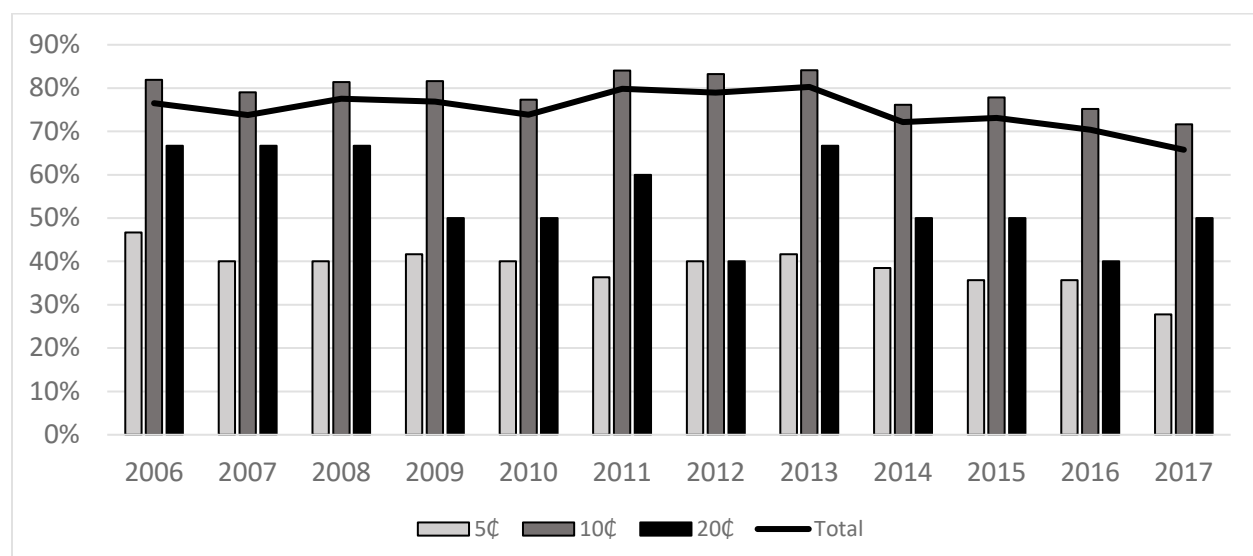


Figure 1.2 Pourcentage de récupération des contenants à usage multiple en verre de 2006 à 2016 (tiré de RECYC-QUÉBEC, 2018b)

Pour l'instant, seuls les contenants de bière et de boissons gazeuses sont soumis à une consigne dans la province. Plusieurs groupes citoyens militent pour que la consigne soit étendue aux bouteilles de vin, mais la Société des Alcools du Québec s'y oppose depuis plusieurs années. Pour justifier sa position, la SAQ affirme que la collecte sélective est déjà efficace, et que les entreprises contribuent suffisamment à la récupération du verre par l'entremise du financement qu'ils remettent à Éco Entreprises Québec. Les dernières années ont toutefois démontré que le verre mixte issu de la collecte sélective ne trouve pas facilement preneur sur les marchés. La SAQ a donc investi des sommes considérables dans des projets de recherche qui étudient la valorisation du verre mixte. Ces projets de recherche, et plus précisément la Chaire SAQ de valorisation du verre dans les matériaux, ont permis de faire des avancées intéressantes sur les usages qu'il est possible de faire avec le verre issu de la collecte sélective. Ces usages sont décrits plus en détail dans le chapitre 3.2.

Un regroupement de cinq centres de tri publiait tout récemment une lettre ouverte réaffirmant leur opposition à la consigne sur les bouteilles de vin (Tricentris, 2019, 19 janvier). Ils affirment que, grâce aux améliorations mises en place depuis 2015, la majorité du verre transitant par ces centres de tri est valorisé et qu'il n'est plus acheminé dans les lieux d'enfouissement. Ils font valoir que ces cinq centres de tri traitent plus de la moitié du verre récupéré au Québec, mais ils ne fournissent toutefois aucune donnée précise sur le type de valorisation en question.

Pour leur faire contrepoids, un mouvement citoyen s'est donc organisé au Québec avec pour but principal l'augmentation du nombre de contenants visés par le système de consignation public. Des groupes tels que le Front commun québécois pour une gestion écologique des déchets (FCQGED) militent depuis des années pour étendre la consigne à d'autres types de contenants ou de boissons. Le FCQGED a notamment cosigné une lettre ouverte avec une douzaine d'autres organismes environnementaux en réponse à celle des centres de tri (ENvironnement JEUnesse et al., 2019). Cette lettre ouverte met en doute les réussites mises de l'avant par les centres de tri et rappelle qu'il n'existe pas de données publiques sur le type de valorisation qui est faite à partir du verre récupéré. Ils critiquent aussi le recours à la collecte sélective pour son manque de traçabilité.

La Communauté Métropolitaine de Montréal (CMM) compte aussi adopter une résolution pour exiger l'élargissement de la consigne sur les contenants de verre selon le directeur général de l'organisation (Vézina, 2019, 18 janvier). Cette annonce faite en janvier 2019 ne fait toutefois pas le bonheur au sein de la CMM. La Table des préfets et élus de la Couronne-Sud, qui représente une quarantaine de municipalités

membres, a fait part de son mécontentement face à l'approche de la CMM. Les élus de la Table reprochent à la CMM de prendre position sur la consigne de façon prématurée, alors que les conclusions de la Commission de l'environnement sur la mise à jour du Plan métropolitain de gestion des matières résiduelles (PMGMR) ne sont pas encore connues (Métro, 2019, 22 janvier). La CMM a donc dû publier un communiqué qui rappelle que la consigne n'est présentement qu'une des options sur la table et que les conclusions de la Commission devront faire l'objet d'une consultation publique (Communauté métropolitaine de Montréal, 2019, 22 janvier).

Ces débats démontrent à quel point l'élargissement de la consigne est controversé. Plusieurs acteurs du milieu remettent en cause son efficacité par rapport aux coûts engendrés. Il est toutefois intéressant de noter que la SAQ a récemment démontré une certaine ouverture à la consigne en affirmant qu'elle ne s'opposerait pas à une décision du gouvernement qui irait dans ce sens (Couture, 2018, 25 mai).

1.3 Situation actuelle des centres de tri

Les centres de tri québécois utilisent des processus drastiquement différents selon, la quantité, la nature et la provenance des matières qu'ils reçoivent. Il est donc possible d'observer comment le verre est trié dans chacun de ces sites pour en dégager les impacts majeurs de chaque méthode.

1.3.1 Gestion des centres de tri

Il existe actuellement 29 centres de tri au Québec qui reçoivent des matières issues de la collecte sélective et de collectes privées (RECYC-QUÉBEC, 2017). Les centres de tri peuvent être divisés selon trois grands types de gouvernance, soit : l'entreprise privée, l'organisme à but non lucratif, et la régie intermunicipale.

Les informations concernant les centres de tri privés sont souvent difficiles à obtenir. Puisqu'il s'agit d'entreprises privées, leur but principal est de dégager des bénéfices financiers et elles n'ont pas l'obligation de déclarer leurs clients, pas plus que la destination exacte des matières traitées. En 2005, Le Centre de recherche industriel du Québec (CRIQ) évaluait que les entreprises privées géraient 66 % de la quantité de matières recyclables qui transitent dans un centre de tri (Laroche-Paquet, 2015).

Les organismes à but non lucratif (OBNL) ont pour objectif de servir d'outil de développement régional et d'offrir à ses membres le meilleur service possible à faible coût. Grâce à cette formule, les profits potentiels de la vente des matières recyclables sont réinvestis dans l'amélioration des opérations. Plusieurs de ces OBNL ont aussi dans leurs lettres patentes des engagements face au développement durable. Leur rôle n'est donc pas seulement de traiter le plus de matières possible, mais aussi d'assurer

un procédé respectueux de l'environnement. On note par exemple l'entreprise Tricentris qui opère trois centres de tri.

Les régies intermunicipales sont des organismes municipaux gérés par un ensemble de municipalités dans le but d'assurer un service essentiel aux citoyens. Ce mode de fonctionnement est fréquent lorsque le bassin de population ne permet pas à une entreprise privée d'engranger un profit intéressant. Dans cette catégorie, on observe par exemple la Régie des matières résiduelles du Lac-Saint-Jean, la Régie intermunicipale du comté de Beauce-Sud, et Récup Estrie.

1.3.2 Processus de tri des matières

Les centres de tri québécois opèrent de façon différente selon leur taille, leur région, et le type de clientèle desservie. Ils ne possèdent pas tous les mêmes équipements de tri et n'ont pas recours à la main-d'œuvre dans les mêmes mesures. Certains grands centres de tri sont fortement automatisés alors que des centres plus petits recourent encore fréquemment au travail manuel pour trier les différentes fractions de matières récupérées (CREATE, 2015). Lorsque le verre arrive au centre de tri, il est de façon générale partiellement concassé. Cet état est difficile à éviter dû aux techniques de manutentionnement et de transport. Au centre de tri, le verre est généralement isolé grâce à un tri négatif, ce qui signifie que les autres matières sont successivement retirées jusqu'à l'obtention de verre pur. On utilise par exemple des mécanismes de tri selon la densité, la taille, ou même le magnétisme dans le cas des métaux ferreux. Jusqu'à récemment, les techniques utilisées ne permettaient pas d'obtenir un verre de qualité suffisamment bonne pour intéresser les acheteurs de matières premières. (Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ, 2008)

Les méthodes de collecte actuelles causent aussi des maux de tête à l'industrie québécoise du recyclage. Selon un sondage auquel ont répondu les principaux acteurs de l'industrie du recyclage (centres de tri, entreprises de collecte, transformateurs, et recycleurs), la présence de verre dans la collecte sélective cause toute une panoplie de problèmes ; le verre accélère l'usure des camions de collecte, cause des blessures ou des arrêts non planifiés, et contamine les ballots des autres matières (CRIQ, 2013). Finalement, le verre récolté est souvent de granulométrie trop faible pour être utilisé par les transformateurs du verre. Selon cette même étude, plus de 20 % des coûts occasionnés par les matières déposées dans la collecte sélective seraient attribuables au verre. Les centres de tri ont donc avantage à améliorer les processus de collecte et de tri du verre.

Pour répondre aux défis posés par le recyclage du verre, Éco Entreprises Québec a mis en place en 2017 un programme visant à financer l'adoption de nouvelles technologies par les centres de tri du Québec (EEQ, s. d.a). Dans le cadre programme Verre l'Innovation, ces cinq centres de tri testent maintenant une technologie d'implosion du verre pour que celui-ci puisse être utilisé dans la fabrication de béton. À eux seuls, ils traitent déjà 25 % du verre récupéré au Québec. Avec les nouveaux systèmes en place, un équipement permet de générer des ondes de choc qui propulsent les morceaux de verre les uns contre les autres assez rapidement pour les réduire en infimes particules. Si des fragments de papier et de plastique étaient présents au début du processus, ceux-ci peuvent facilement être tamisés pour n'obtenir que le verre. Krysteline Technologies, l'entreprise ayant mis au point la technologie utilisée au Québec, affirme que leurs équipements permettent d'obtenir du verre pur à près de 99 %. (EEQ, s. d.a). Toutefois, les résultats de ces essais ne sont toujours pas connus.

Ce programme concerne présentement les centres de tri suivant :

- EBI Environnement Inc. (St-Paul-de-Joliette)
- Tricentris (Terrebonne)
- Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles de la Gaspésie (Grande-Rivière)
- Récupération Frontenac (Thetford Mines)
- Centre de tri de Québec, Société VIA (Capitale-Nationale)

1.3.3 Situation économique des centres de tri

L'objectif des centres de tri est de rentabiliser leurs activités grâce à la revente des matériaux récupérés. Les différents types de matériaux récupérés n'obtiennent toutefois pas tous le même montant d'argent sur les marchés. L'aluminium, le papier et le carton obtiennent généralement une bonne valeur de revente, tandis que le plastique et le verre sont plus difficiles à écouler. Selon l'indice du prix à la tonne des matières de RECYC-QUÉBEC, le prix du verre a varié fortement au cours des dernières années, suivant les variations de l'économie, les développements technologiques, et les fermetures d'usines. Cette section discute donc de la situation économique des centres et des différentes crises qui ont eu lieu au cours des années.

En 2008, la crise financière fait plonger la valeur des matières sur les marchés mondiaux. Puisque la consommation des ménages baisse sensiblement suite à la crise, la demande en matière première et en matière recyclée baisse elle aussi. Cela cause une chute importante de l'indice du prix à la tonne des matières. Sans égard à leur taille et leur mode de fonctionnement, tous les centres de tri québécois sont touchés par des pertes financières importantes (Ménard, 2009). Au Québec, le verre était relativement à

l'abri de ces fluctuations de prix. En effet, l'indice de prix du verre demeure relativement stable pour toute la durée de la crise financière (voir Figure 1.3). C'est dû au fait que le verre était en très grande majorité écoulé localement alors que la crise était mondiale.

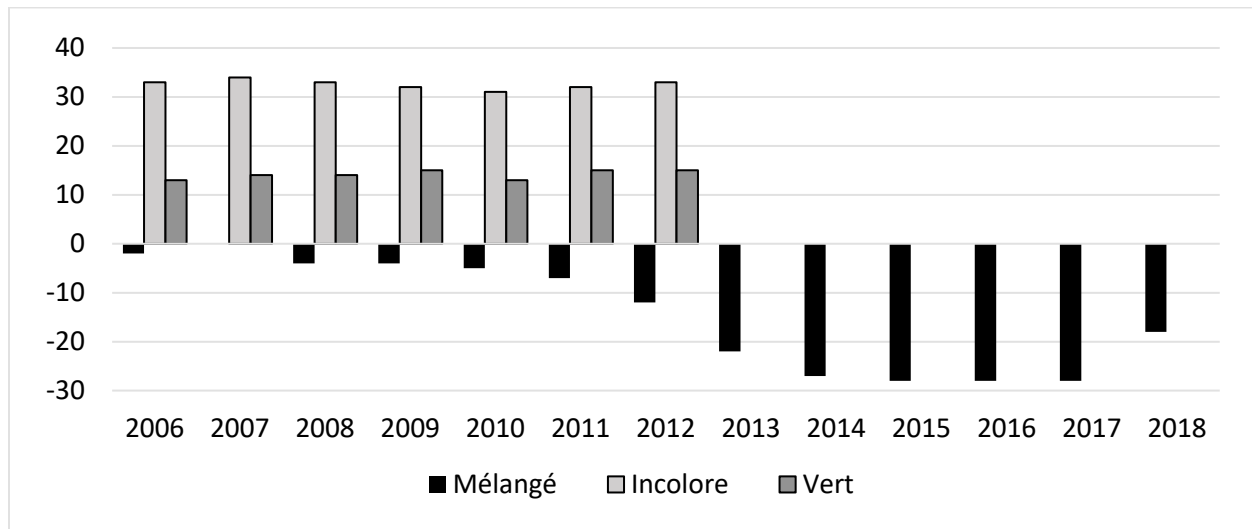


Figure 1.3 Évolution du prix moyen du calcin de 2008 à 2016 (à la tonne) (tiré de : RECYC-QUÉBEC, d.s.)

Ce n'est qu'en 2013 que l'industrie du verre s'effondre définitivement. À ce moment, l'industrie est bouleversée par la fermeture de l'usine Klareco à Longueuil (anciennement UNICAL), qui traitait plus de 70 % du verre récupéré au Québec (Côté, 27 avril 2013). La Ville de Longueuil avait pris la décision d'acheter le terrain de l'Usine Klareco pour répondre à des plaintes de bruits et d'odeurs (Ville de Longueuil, 2011, 18 mai). L'usine devait par la suite déménager sur un nouveau site, mais la faible valeur du verre sur les marchés empêchait la filiale du groupe Gaudreau Environnement d'assurer la rentabilité d'une nouvelle usine. À la suite de sa fermeture, les prix du calcin ont continué de chuter encore davantage (voir Figure 1.3). Depuis la fermeture de l'usine, très peu d'entreprises québécoises ne peuvent conditionner le verre issu de la collecte sélective, ce qui limite fortement les usages potentiels du verre récupéré. Les usines qui conditionnent encore du verre, comme 2M Ressources ou bien Groupe Bellemare, s'approvisionnent en grande partie du côté de la consigne ou grâce à des collectes privées.

La situation s'est aggravée suite aux récentes décisions de la Chine de resserrer ses règles d'importation des matières recyclables. La Chine représentait depuis plusieurs années un des marchés privilégié pour écouler les matières recyclables. Depuis 2018, le pays n'accepte que les chargements qui comportent moins de 1 % de contamination, ce qui élimine par défaut une grande partie des matières récupérées dans les centres de tri québécois. Cette décision s'inscrit dans le prolongement de l'opération *Green Fence* qui avait débuté en 2011. Cette décision ne touche que peu le verre, puisque celui-ci est majoritairement

écoulé de façon locale. Il est toutefois important de rappeler que le verre représente un des contaminants principaux des autres filiales de recyclage dans les centres de tri.

Selon le dernier bilan de RECYC-QUÉBEC, la quantité de verre vendue par les centres de tri aurait diminué de 75 % entre 2010 et 2015 (RECYC-QUÉBEC, 2015). Selon le même document, à peine 14 % du verre traité dans les centres de tri, soit 23 000 tonnes de verre, serait destiné au recyclage. Le reste du verre récupéré par la collecte sélective est acheminé à des sites d'enfouissement afin de servir de matériau de recouvrement et à d'autres usages variés. En y additionnant le verre provenant de la consigne publique et de différentes collectes menées dans les ICI, ce n'est que 55 000 tonnes de verres qui sont acheminées aux conditionneurs et aux recycleurs québécois (voir Figure 1.4). Tel que mentionné au chapitre 1.2, la consigne permet d'obtenir un verre de meilleure qualité qui maintient une meilleure valeur sur les marchés. C'est ce qui explique que l'ensemble des 24 000 tonnes de la consigne soit envoyé à des conditionneurs à des fins de recyclage et que celui-ci est en majorité recyclé pour faire de nouveaux contenants.

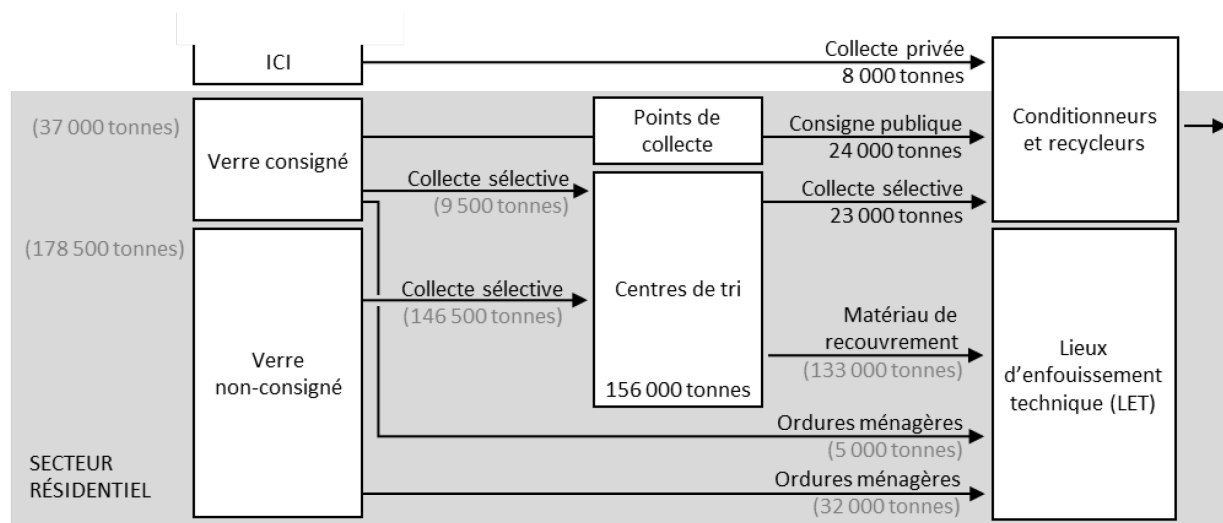


Figure 1.4 Flux de consommation, de collecte, et de recyclage du verre au Québec en 2015. (compilation d'après : RECYC-QUÉBEC, 2018a; RECYC-QUÉBEC, 2017; RECYC-QUÉBEC, 2015)

Les données utilisées pour créer la Figure 1.4 sont tirées de trois documents différents, soit : le Bilan 2015 de la gestion des matières résiduelles au Québec, le Bilan 2012 de la gestion des matières résiduelles au Québec, et l'Étude de caractérisation du secteur résidentiel 2012-2013. Il peut sembler difficile d'estimer la quantité de verre générée, récupérée, recyclée, et éliminée au Québec puisque les différents bilans de RECYC-QUÉBEC n'utilisent pas tous les mêmes méthodes de calcul. Il est aussi nécessaire de rappeler que ces données datent de quelques années et qu'elles ne reflètent peut-être pas exactement la réalité.

Les fiches d'information sur la consigne font par exemple mention de 22 550 tonnes de verre récupéré grâce à la consigne, tandis que le Bilan 2015 parle plutôt de 24 000 tonnes (RECYC-QUÉBEC, 2018a, p. 4; RECYC-QUÉBEC, 2017, p. 32). Ils utilisent aussi plusieurs estimations pour réaliser leurs calculs. Les valeurs provenant directement des rapports de RECYC-QUÉBEC sont soulignées dans la figure 1.4, tandis que les autres valeurs ont dû être inférées à partir des informations disponibles. Ces valeurs sont entre parenthèses dans la figure. Les calculs qui ont été effectués pour arriver à ces valeurs sont présentés à l'Annexe 1.

2. MÉTHODES DE COLLECTE AU CANADA ET À L'INTERNATIONAL

Les méthodes de gestion des matières résiduelles à l'étranger diffèrent grandement de celles utilisées en Amérique du Nord. L'occupation du territoire et la densité des centres urbains ont depuis longtemps forcé les pays européens à adopter des méthodes proactives de gestion. À l'inverse, certains pays où la population est plus éparse semblent éprouver des difficultés similaires à celles rencontrées dans le contexte québécois. Ce chapitre compare donc les différentes méthodes de gestion du verre utilisées par certaines provinces canadiennes et par d'autres pays à l'international. Les territoires ont été sélectionnés pour représenter une grande variété de scénarios tout en assurant que des de l'information de qualité était disponible sur les systèmes en place. La description de chaque territoire est articulée autour de quatre grands thèmes : la gouvernance, la réglementation, les modes de collecte, et les résultats.

2.1 Ailleurs au Canada

Dans le reste du Canada, plusieurs municipalités ont adopté la collecte sélective telle qu'elle est effectuée au Québec. La collecte sélective est accompagnée dans la plupart des provinces d'un système de consigne qui vise une partie des contenants de verre. On retrouve fréquemment dans le reste du Canada les mêmes absences de débouchés pour le verre récupéré et les gouvernements municipaux doivent souvent payer un prix élevé pour s'en départir.

2.1.1 Cas de l'Ontario

La situation du recyclage du verre en Ontario offre des points de comparaison intéressants avec la situation qui prévaut au Québec. Le taux de récupération y est relativement plus élevé et le recyclage de bouteille à bouteille (Bottle-to-bottle) y est aussi plus fréquent. La situation n'est toutefois pas idéale lorsque l'on prend en considération les ratés du *Blue Box Program* et les coûts importants du programme de recyclage ontarien.

Gouvernance

L'Ontario semble présentement souffrir des mêmes problèmes face à la gestion du verre que ceux qui sont observés au Québec. Il est toutefois difficile de juger de la situation puisque le *Resource Productivity and Recovery Authority (RPRA)*, l'organisme responsable de la collecte des matières recyclables, ne publie pas de statistiques basées sur le flux de matière, mais seulement un taux de récupération visant l'ensemble des matériaux recyclables (Scout Environmental Inc., 2017). Selon une communication de 2006 publiée par Stewardship Ontario, ce ne serait que 30 % du verre récupéré qui serait recyclé sous une forme ou une autre. Comme au Québec, la balance serait utilisée dans les LET de la province. Semblable au Fond Verre l'innovation, l'organisme a mis sur place le *Glass Market Development Fund* (Stewardship

Ontario, 2017a). *Stewardship Ontario*, est un organisme à but non lucratif (OBNL) qui est responsable du *Blue Box Program*. Il joue un rôle semblable à Éco Entreprises Québec. L'organisme est entièrement financé par les industries qui produisent des emballages visés par la collecte et redistribue ce financement aux municipalités pour assurer une partie des frais de collecte et de gestion des matières désignées par la réglementation.

Réglementation

En 2016, l'Ontario adoptait la Loi de 2016 favorisant un « Ontario sans déchets » (*The Waste-Free Ontario Act*). Cette loi englobe deux différentes législations, soit la Loi de 2016 sur la récupération des ressources et l'économie circulaire et la Loi transitoire de 2016 sur le réacheminement des déchets. La loi a pour but de renforcer le transfert de responsabilité de la province aux industries (CBC, 4 janvier 2018). En accord avec la nouvelle réglementation, *Stewardship Ontario* prévoit modifier son système pour se rapprocher davantage d'un mode de financement pollueur-payeur. L'organisme veut aussi obliger les municipalités à contracter directement avec elle, soit sous la forme de contrat employant les ressources des municipalités, soit sous forme de services entièrement gérés par *Stewardship Ontario*. Elle espère ainsi pouvoir agrandir la liste de matières acceptées dans la collecte (*Stewardship Ontario, 2017b*). La Colombie-Britannique mise sur la même stratégie, ce qui est discuté à la section suivante.

Modes de collecte

Les méthodes de collecte utilisées en Ontario sont les mêmes que celles utilisées au Québec. C'est aussi les municipalités qui sont responsables d'assurer les services de collecte. Un des premiers programmes de collecte sélective des matières recyclables au Canada voit le jour en 1981 à Kitchener en Ontario. À l'époque, l'entreprise responsable du programme étudie différents matériels de collecte pendant un an avant de sélectionner le bac de recyclage tel qu'on le connaît. C'est le début du *Blue Box Program*. Dix ans plus tard, le programme aura déjà rejoint 80 % des ménages ontariens. En 2002, le gouvernement ontarien adopte le *Waste Diversion Act*. Cette nouvelle loi oblige les entreprises qui mettent en marché des imprimés et des emballages à contribuer à un fonds qui financera la collecte. Ce fond permet de rembourser aux municipalités participantes l'équivalent de 50 % des coûts du programme (*Stewardship Ontario, s. d.*).

L'Ontario possède deux types de consignes, au même titre que le Québec. Un système privé géré par *Brewers Retail Inc* ainsi qu'un système public géré par la province. Ce n'est qu'en 2007 que la province met en place le *Ontario Deposit Return Program* (ODRP). Contrairement au programme de consigne québécois, le programme ontarien vise tous les contenants d'alcool, sauf quelques exceptions telles que

les contenants de moins de 100ml. C'est le *Liquor Control Board Ontario* (LCBO) qui est responsable de gérer le programme de consigne, ce qu'elle fait par l'entreprise de *The Beer Stores*, une entreprise privée qui gérait déjà une consigne privée sur les bouteilles de bière. Ce système permet à l'Ontario d'atteindre en 2014 un taux de retour de 82 % pour les des bouteilles de vins et de spiritueux mis en marché (C.M. Consulting, 2016).

Résultats

La province s'était fixé comme cible d'atteindre un taux de récupération de 60 % avant 2008, toutes matières confondues, grâce au programme *Blue Box*. Cette cible a été atteinte en 2007. La performance est demeurée relativement stable au cours des dernières années grâce à un taux de récupération avoisinant les 65 %. (*Stewardship Ontario*, 2016) Le gouvernement Ontario n'a pas instauré de nouvelles cibles depuis, mais plusieurs municipalités de la province se sont dotées de politiques plus strictes quant à la gestion des matières recyclables. Au courant de l'année 2017, le ODRP aurait permis de sauver 154 815 tonnes de verre de l'enfouissement, sans compter le verre récupéré par la consigne privée (*The Beer Store*, 2018). La province est l'une des seules où les gouvernements municipaux financent directement le programme de récupération. En effet 55 % du programme est financé directement par les municipalités, tandis que les industries qui mettent en marché des contenants financent les 45 % restants (C.M. Consulting, 2014). Pour toutes les autres méthodes, le coût du système de récupération est internalisé, ce qui veut dire que le consommateur contribue à ce système à l'achat du produit.

2.1.2 Cas de la Colombie-Britannique

La Colombie-Britannique représente un cas de figure plutôt intéressant. Le financement des services de collecte est semblable au modèle québécois depuis l'arrivée du programme Multi Material BC en 2015 (maintenant Recycle BC). Cet organisme, qui gère l'ensemble des services de collecte, a toutefois décidé d'aller de l'avant avec des modes de collectes qui varient d'une région à l'autre de la province. Cette façon de faire permet d'implanter des services en fonction des particularités du secteur.

Gouvernance

En 1974, la province met en place le *Recycling Council of British Columbia*, le plus vieil organisme dédié au recyclage au Canada (*Recycling Council of British Columbia [RCBC]*, s. d.). L'organisme joue un rôle similaire à RECYC-QUÉBEC, avec le mandat d'éduquer la population aux enjeux de recyclage et aux programmes visant la saine gestion des matières résiduelles en place dans la province. Contrairement à RECYC-QUÉBEC, leurs actions visant les producteurs, conditionneurs et recycleurs sont toutefois limitées. C'est seulement en 2014 que la Colombie-Britannique met en place l'organisme *Recycle BC* (au départ

nommé *Multi-Material B.C.*), dans le but d'assurer le recyclage des imprimés et des emballages. L'organisme gère un programme payé par l'industrie qui s'inscrit dans les grandes lignes de la responsabilité élargie des producteurs. Grâce au programme, la province a atteint en 2017 un taux de récupération de 75 %, toutes matières confondues (Recycle BC, 2018). Pour le cas du verre, la province évalue un taux de récupération de 72 % en 2017 (voir Tableau 2.1).

Tableau 2.1 Cibles de récupération de la Colombie-Britannique (tiré de Recycle BC, 2018)

Type de matériau	Taux de récupération 2017	Cible de récupération / Date à atteindre
Papier	87 %	90 % en 2020
Plastique	41 %	50 % en 2025
Plastique rigide	50 %	55 % en 2022, puis 60 % en 2025
Plastique flexible	20 %	22 % en 2022, puis 25 % en 2025
Métal	66 %	67 % en 2020
Verre	72 %	75 % en 2020

Réglementation

Conformément au règlement sur la responsabilité élargie des producteurs de la Colombie-Britannique, Recycle BC doit périodiquement fournir un plan d'action au ministère de l'Environnement et des Changements Climatiques de la Colombie-Britannique (Ministry of Environment and Climate Change Strategy). La nouvelle mouture du plan soumis au ministère vise à atteindre un taux de 75 % de récupération d'ici 2020. L'organisme a établi une classification de ses objectifs pour mieux évaluer leur faisabilité. Recycle BC identifie cette cible comme « à risque », ce qui signifie que de nouvelles interventions pourraient être nécessaires pour l'atteindre. (Recycle BC, 2018)

Mode de collecte

Recycle BC assure l'organisation des services de collecte dans près de 98 % des ménages de la province. Dans certaines communautés membres du programme, Recycle BC assure seulement le financement des services de collecte des matières recyclables, tandis que pour certaines régions, l'organisme gère entièrement la planification et la mise en place des services de collecte.

Une approche locale est adoptée, ce qui signifie que les consignes de tri sont vastement différentes d'une région à l'autre. Dans tous les cas, le verre est récupéré de façon partiellement ou complètement séparée des autres matières. Certaines régions, comme la région métropolitaine de Vancouver, les résidents doivent déposer leur contenant de verre dans un bac séparé. Pour les régions éloignées des grands centres, le verre n'est simplement pas accepté dans la collecte domestique et les résidents doivent se

déplacer dans des points de dépôt semblables aux Écocentres québécois. Une seule des régions desservies par Recycle BC mélange le verre avec les autres contenants. De plus, dans chacune des régions, les pellicules plastiques et le polystyrène doivent être apportés aux mêmes points de dépôts que les contenants de verre. Les différents types de collecte mis en place par Recycle BC sont résumés à l'Annexe 2. (Recycle BC, s. d.)

La Colombie-Britannique possède aussi un système de consigne efficace qui comprend 1430 points de dépôt pour les contenants consignés. En fait, la province est devenue en 1970 la première juridiction en Amérique du Nord à avoir instauré une consigne sur les contenants de breuvages. La consigne fut implantée avec le *Litter Act* dans le but de lutter contre le dépôt sauvage d'ordure qui était particulièrement problématique aux abords des routes.

La loi fut ensuite remplacée en 1997 par le *Beverage Container Stewardship Program Regulation* pour s'adapter aux nouveaux types de contenants sur le marché. La réglementation sur les consignes subit une dernière révision en 2004. Elle vise maintenant l'ensemble des contenants de breuvages, sans égard à leur contenu. Géré par *Encorp Pacific*, le programme permet de récupérer 87,5 % des bouteilles de verre mises en circulation (*Encorp Pacific*, 2018). Les contenants récupérés sont vendus à différentes fins, dont la refonte de bouteilles, la fabrication de fibre de verre, et la production d'abrasifs. Une portion du verre est aussi vendue comme agrégats pour être utilisé dans matériaux de construction.

Résultats

La Colombie-Britannique possède un taux de récupération de 72 %, soit l'équivalent de celui observé au Québec (Recycle BC, 2018). Mais la mauvaise qualité du verre non consigné mène à une utilisation limitée majoritairement aux agrégats dans le domaine de la construction. De son côté, le verre récupéré grâce à la consigne sert à différents marchés, notamment à une usine d'isolant en fibre de verre de l'Alberta, à une usine de bouteilles à Seattle, et à une usine qui produit des abrasifs pour le sablage au jet à Quesnel, B.C. (*Encorp Pacific*, 2018). Malgré des problématiques similaires à celles observées au Québec, la Colombie-Britannique réussit donc à écouler une certaine partie de son verre récupéré dans des marchés plutôt intéressants du point de vue économique et environnemental.

2.2 À l'international

Suite au mouvement environnemental des années 1970, les méthodes de gestion des matières recyclables à l'étranger, et en Europe notamment, ont évolué dans une direction très différente de celle adoptée en Amérique du Nord. Cette sous-section discute des méthodes de collecte et de traitement du verre recyclé à l'étranger pour en évaluer les forces et les faiblesses. Trois états ont été sélectionnés pour illustrer la variété d'options possibles. Les prochaines sections discutent donc successivement des forces et des faiblesses de la gestion du verre en France, en Allemagne, et en Australie.

2.2.1 Cas de la France

Contrairement au Québec qui mise sur la collecte sélective, la France a plutôt décidé d'investir massivement dans la création d'un réseau de points d'apport volontaire. C'est un système coûteux, mais qui semble offrir un meilleur retour sur investissement selon les informations disponibles.

Gouvernance

En France, la gestion des matières résiduelles est du ressort des départements, soit l'équivalent français des régions administratives au Québec, et elle est supervisée par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME). Ce sont ensuite les municipalités qui ont la charge d'offrir des services de collecte à leurs résidents. Analogue au statut de RECYC-QUÉBEC, qui dépend du MDDELCC, l'ADEME est sous la responsabilité du Ministère de la transition écologique et solidaire.

Réglementation

Le recyclage a commencé à s'installer en France au cours des années 1980, poussé par la crainte d'une pénurie de ressources naturelles, mais c'est seulement durant les années 1990 que le recyclage se démocratise pour donner suite aux pressions des groupes environnementalistes. La loi française au sujet des déchets et du recyclage s'est rapidement multipliée au cours des ans. Le pays doit notamment se conformer à la réglementation de l'Union européenne, bien que les directives ne soient pas toutes de nature légalement contraignante pour les états membres.

La première réglementation d'importance visant la gestion des matières résiduelles en France apparaît en 1975. Il s'agit de la Loi du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets. Le texte précise la définition d'un déchet, fixe la responsabilité des producteurs et détermine les dispositions acceptables relatives à l'élimination et la récupération des déchets. Cette loi crée aussi l'Agence Nationale pour la Récupération et l'Élimination des Déchets qui sera plus tard combinée à d'autres organismes pour former l'ADEME. La loi du 13 juillet 1992 vient ensuite modifier la loi du 15 juillet 1975 pour y définir les principes de réduction,

de recyclage, et de valorisation. Cette nouvelle version de la loi inclut aussi une définition des déchets ultimes qui sont décrits comme « tout déchet [...], qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux ». (Cercle National du Recyclage, 2016)

En 2008, l'Union européenne adopte la directive du 19 novembre 2008 relative au déchet, qui établit une cible à atteindre de 50 % de récupération des déchets ménagers d'ici 2020. Cette directive implante aussi une hiérarchie à travers les différents modes de gestion : réduction, recyclage, valorisation, et élimination. En France, le Grenelle de l'environnement fixait à 75 % la cible de récupération des emballages ménagers d'ici 2012. Tant que cet objectif n'est pas atteint, il ne fera pas l'objet de nouvelles mesures législatives et il demeure la cible à atteindre pour tous les organismes concernés (Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, 2014).

Modes de collecte

Contrairement au Québec, la collecte du verre en France se fait de façon prédominante par apport volontaire. Plus de 80 % de la collecte des contenants de verre s'effectue grâce à cette méthode de collecte (Éco-Emballage, 2016). Cette méthode de collecte est plus fréquente en région rurale, où 9 habitants sur 10 sont desservis par des systèmes d'apport volontaire. En France, on retrouve donc 183 000 conteneurs dédiés spécifiquement à l'apport volontaire du verre. Afin d'aider à motiver la population, les verriers français se sont même associés à une cause caritative : la Ligue contre le cancer. Pour chaque tonne de verre récupéré dans les points de dépôt volontaires, 3,05 € sont remis à l'organisation (Ligue contre le cancer, 2015). Les autorités françaises ont d'ailleurs décidé de transposer le modèle d'apport volontaire aux autres flux de matières. En effet, la France délaisse depuis quelques années la collecte sélective en porte-à-porte.

Les autorités françaises ont récemment fait part de leur intention de revenir à la consigne pour les contenants de plastiques et d'aluminium. La consigne existait déjà en France jusqu'au tournant des années 1990, mais a été abolie pour des raisons économiques (Damgé, 2017, 15 novembre). La secrétaire d'État au Ministère de la transition écologique a effectivement annoncé en janvier 2018 que le gouvernement procédait à une sérieuse réflexion sur le sujet. La ministre justifiait cette position en citant les résultats médiocres de la France en comparaison à d'autres pays européens où la consigne est plus répandue (Deborde, 2018, 6 février). Ce sont les citoyens qui ont mis cette idée de l'avant lors d'une consultation en vue élaborée une feuille de route sur l'économie circulaire. Cette nouvelle consigne ne

viserait pour l'instant pas les contentant de verre, puisque les résultats sont déjà très élevés, soit un taux de récupération de 86 %.

Résultats

En 2014, la France produisait 3 386 000 tonnes de verre creux (ADEME, 2017). Il faut toutefois noter que la France est un grand exportateur de vin. Le pays a exporté près de 200 millions de caisses de 12 bouteilles de vin en 2017 (Le Figaro, 2018, 14 février). L'ADEME estime donc dans son bilan 2005-2014 que la consommation nationale de verre d'emballage serait plus près de 2 712 000 tonnes, ce qui équivaut à un taux de récupération de 73 %. Depuis le bilan de 2014, le taux de récupération aurait augmenté pour atteindre 76 % selon Verre Avenir (2012). L'organisme précise aussi que ce serait 100 % du verre récupéré en France qui serait effectivement recyclé.

La France a d'ailleurs investi aussi fortement dans le tri optique du verre depuis le début des années 2000, ce qui lui permet aujourd'hui de maintenir une forte valeur de revente (Éco-Emballages, 2012). Ce tri optique demande que le verre récupéré maintienne une certaine taille. Il est donc complexe d'utiliser ce procédé avec du verre récupéré grâce à des camions-bennes, puisque le verre obtenu est trop broyé durant le processus (voir Figure 2.1).



Figure 2.1 Exemple de verre collecté en camion-benne versus du verre collecté par apport volontaire (tiré de Verre Avenir, 2012)

Ces collectes ont permis à la France de miser sur des technologies novatrices et d'utiliser un pourcentage élevé de calcin dans la fabrication de verre. Le pourcentage de calcin utilisé dans la fabrication des contenants de verre est passé d'environ 39 % au début des années 2005, à 58 % en 2014 (ADEME, 2017). La majorité du calcin obtenu à partir du verre récupéré est utilisé directement en France. Seulement 13 % à l'extérieur du pays, et seulement 3 % à l'extérieur de l'Union européenne (Fédération Des Entreprises du Recyclage [FEDEREC], 2017).

La France démontre que l'apport volontaire peut être un gage de succès dans les bonnes circonstances. Selon les organismes responsables de la collecte, le système de recyclage coûterait 70 € / tonnes de verre, soit la moitié de ce que Éco Entreprises Québec paie aux municipalités québécoises en compensation pour les services de collecte, de transport, de tri et de conditionnement du verre. (Verre Avenir, 2012). Il faut toutefois noter que la différence entre la densité de population du Québec et de la France est de taille. Au Québec, on compte 6 habitants/km², alors qu'on en compte 112/km² en France.

2.2.2 Cas de l'Allemagne

L'Allemagne est fréquemment reconnue comme un pays où le recyclage est solidement implanté dans les mœurs. Le pays peut aussi se targuer de maintenir un des meilleurs taux de recyclage de l'Union européenne et à travers le monde en général. Il est donc intéressant d'observer les facteurs qui permettent à ce pays de se démarquer de la sorte.

Gouvernance

Le programme de recyclage allemand est géré depuis plus de 20 ans par l'organisme Duals System Deutschland (DSD) par l'entremise de leur programme *Der Grüne Punkt*, ou Green Dot en anglais. À l'instar d'Éco Entreprises Québec, l'organisme représente les industries qui mettent sur le marché des emballages. Elle est aussi responsable d'assurer le financement des services de collecte (Birkenstock, 2013, 15 juillet). Contrairement à Éco Entreprises Québec, cet organisme est aussi responsable de fournir les services de collecte. Il s'agit donc d'une collecte parallèle aux autres collectes municipales qui ne collecte que les contenants désignés dans le cadre du programme *Green Dot*. C'est sous forme de redevance que les producteurs d'emballage peuvent participer aux systèmes. Ils obtiennent donc le droit d'apposer le logo *Green Dot* sur leurs emballages.

Réglementation

L'Allemagne fut l'un des premiers pays à travers le monde à obliger les entreprises à financer les programmes de recyclage des emballages qu'elles mettent sur le marché par l'entremise d'une loi (Birkenstock, 2013, 15 juillet). Comme au Québec, les producteurs qui mettent en marchés des emballages doivent financer les services de collecte qui seront mis en place pour récupérer ces matériaux. Le pays a récemment adopté une nouvelle réglementation sur les emballages (*Der Grüne Punkt*, s. d.). Cette nouvelle réglementation élargit la loi aux articles vendus en ligne. Cette réglementation a aussi pour objectif de faciliter le travail de petites entreprises qui ne sont pas nécessairement au courant de leur obligation vis-à-vis de la loi.

Modes de collecte

En Allemagne, près du trois quarts des bouteilles sont consignées, contre moins du tiers en France (Damgé, 2017, 15 novembre). L'Allemagne peut se vanter d'avoir un système de consigne extrêmement efficace. Avec des montants variant de 0,08 € à 0,25 €, la consigne permet de récupérer entre 97 et 99 % des contenants consignés. Cependant, un des objectifs du programme de consigne allemand était aussi de réduire l'usage des contenants à remplissage unique. La consigne n'a pas atteint ce but. En fait, le pourcentage de vente de contenants à usage unique a diminué de 80 % à 50 % au cours des dernières années. (Oltermann, 2018, 30 mars)

Les contenants de verre qui ne sont pas consignés doivent être déposés dans des PAV, en plus d'être triés par couleur. Soit un contenant pour le verre transparent, un contenant pour le verre brun, ainsi qu'un contenant pour le verre bleu ou vert. Il y a quelques années, la majorité des bouteilles consignées étaient des contenants à remplissages multiples, mais, comme au Québec, ce chiffre a tendance à diminuer récemment. Cette diminution est due à la popularité de nouveaux types de contenants et aux producteurs qui préfèrent éviter le système complexe à mettre en place pour récupérer les bouteilles à usages multiples.

Résultats

Selon les données d'Eurostat, l'Allemagne aurait un taux de recyclage de 66 % toutes matières confondues (Eurostat, 2016). Le pays se trouverait donc au premier rang des pays européens en termes du taux de recyclage global. Une analyse réalisée conjointement par la firme Eunomia et le *European Environmental Bureau* (EEB) estime que le taux serait plus faible puisque chaque pays utilise des méthodes de calculs différentes pour arriver au pourcentage total de recyclage.

Selon Eunomia, si l'on ajuste les méthodes de calculs de chaque pays, leur taux de recyclage serait de 57 %, mais l'Allemagne se classe tout de même au premier rang mondial (Eunomia, 2017).

2.2.3 Cas de l'Australie

La récupération du verre en Australie se compare à plusieurs égards à la situation observée au Québec. Comme ce fut le cas ici, l'Australie a été fortement touchée par le resserrement des règles de la Chine sur l'importation des matières recyclables. Le pays semble prendre une direction différente en réponse au même problème, ce qui permet des comparaisons intéressantes avec notre système.

Gouvernance

Contrairement aux autres territoires présentés, l'Australie ne possède pas d'agence ou d'organisation responsable de la gestion du recyclage. Le gouvernement fédéral est responsable d'établir les politiques, les stratégies et les cibles générales, tandis que les territoires et les états sont responsables de réglementer et de superviser la gestion des déchets sur leur territoire. Ils établissent notamment les coûts à l'enfouissement. Les gouvernements locaux ont ensuite l'obligation de fournir les services de collecte en concordance avec la législation (Department of Environment and Energy, 2013). Les objectifs de recyclage sont établis par les provinces et les territoires, certains d'entre eux n'ayant aucune cible chiffrée (Department of the Environment and Energy, 2016). Elles sont résumées dans le Tableau 2.2. La différence des coûts à l'enfouissement entre territoires a notamment mené à des problèmes lorsque certaines municipalités ont commencé à exporter leurs déchets dans des lieux d'enfouissement situés dans des provinces où les coûts étaient plus bas.

Réglementation

L'Australie publiait en 2009 sa première politique de gestion des déchets. Dans cette première version, le gouvernement australien propose six orientations qu'il estime essentielles pour diminuer le recours à l'enfouissement et améliorer le traitement des matières résiduelles, soit : la responsabilité partagée, l'amélioration des débouchés, l'approche de développement durable, la réduction des risques, l'adoption de solutions adaptées, et l'apport de preuves scientifiques (Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts, 2009). Une nouvelle mouture de cette politique a été publiée en 2018. Son but est de préciser les rôles et responsabilités de chaque acteur, de souligner les nouvelles priorités gouvernementales et de mettre les bases d'une économie circulaire (Department of Environment and Energy, 2018).

Tableau 2.2 Cibles de recyclage en Australie, par état ou territoire (compilé de : Blue Environment, 2016 et Commonwealth of Australia, 2018)

	A. Capital Territory	New South Wales	Northern Territory	Queensland	South Australia	Tasmania	Victoria	West Australia
Cibles	85 % 2020, 90 % 2025	70 % d'ici 2021-2022	-	55 % d'ici 2024	70 % d'ici 2020	-	-	50 à 65 % d'ici 2020
Résultats	49 %	59 %	11 %	44 %	78 %	49 %	68 %	53 %
Production	1.9 %	36 %	0,6 %	16 %	8 %	0,6 %	25 %	12 %

Modes de collecte

L'Australie possède un programme de recyclage fort semblable au nôtre. Comme au Québec, la collecte s'effectue principalement de façon pêle-mêle. Contrairement au Québec, l'Australie accueille cependant davantage de communautés situées en régions éloignées. C'est pourquoi seulement 90 % des ménages sont desservis par une collecte des matières recyclables en mode porte-à-porte (Downes, 2017, 27 mars).

Durant les années 1980, la plupart des municipalités d'Australie prenaient la décision de passer à la collecte pêle-mêle des matières recyclables. Comme au Québec, cette décision était basée sur l'optimisation des services de collecte, la simplification des consignes de tri, et l'intention d'obtenir des économies d'échelle. Se retrouvant aujourd'hui dans la même situation que le Québec face aux nouvelles règles adoptées par la Chine, plusieurs de ces municipalités commencent maintenant à considérer le retour de la collecte en mode séparé (Zhou, 2018, 3 juillet). Un rapport produit par un comité consultatif du parlement australien a cependant souligné la difficulté d'implanter une collecte des matières recyclables séparée en plusieurs flux maintenant que les infrastructures ont été adaptées à la collecte pêle-mêle (Commonwealth of Australia, 2018, p.92).

Pendant 35 ans, l'Australie-Méridionale est demeuré la seule province à opérer un système de consigne jusqu'à ce que le Territoire du Nord se dote d'un système semblable en 2012. La Nouvelle-Galles-du-Sud et le Queensland ont suivi dans les années subséquentes, tandis que l'Australie-Occidentale souhaite adopter la consigne d'ici 2020. Lorsque cette dernière sera opérationnelle, ce sera 72 % de la population du pays qui aura accès à un type de consigne. (Environment Protection Authority - *South Australia*, s. d.)

Résultats

En 2017, l'Australie produisait 44 kg de verre par habitant desquels 57 % étaient récupérés (Australian National Waste Report, 2018). Une portion importante de ce verre serait toutefois revendue à l'étranger, ce qui laisse planer des doutes sur la qualité du recyclage qui est effectué. Comme au Québec, l'Australie évalue les possibilités de modifier le système actuel. Plusieurs municipalités australiennes ont affirmé considérer offrir une collecte à trois voies, ce qui veut dire qu'ils ajouteraient une collecte supplémentaire en mode porte-à-porte uniquement pour les contenants de verre.

2.3 Comparaison des états sélectionnée

Le tableau suivant résume les différences principales observées entre les territoires évalués quant à leur utilisation des trois modes de collectes décrits dans cet essai. On observe aussi que les résultats varient d'un flux de matière à l'autre et que les centres de tri ne disposent pas de marché local pour écouler la

matière récupérée dans le cas du verre (Commonwealth of Australia, 2018, p. 72). Ce manque de marchés locaux s’est fait sentir particulièrement fort, en janvier 2018, lors des nouvelles restrictions imposées par la Chine (Downes, 2018, 26 avril).

Tableau 2.3 Fonctionnement des systèmes de collecte et de traitement du verre par territoire

Territoire	Québec	Ontario	Colombie-B.	France	Allemagne	Australie
Collecte sélective	Mode de collecte majoritaire. Implanté dans 98 % des villes du Québec.	Mode de collecte majoritaire.	Les méthodes de collecte sont variables selon les régions, mais la collecte du verre s’effectue séparément des autres matières dans la majorité de celles-ci, soit par une collecte soit par apport volontaire.	20 % des villes ont la collecte en mode porte-à-porte séparée pour le verre seulement.	Présent dans certaines municipalités.	Mode de collecte majoritaire.
Apport volontaire	Aucun	Aucun		L’apport volontaire dessert 80 % de la population du pays.	Le verre non consigné doit être apporté dans des PAV. Le verre est généralement trié par couleur.	Aucun
Système de consignation	Le système de CRU récupère 22 500 tonnes ou 14,4 % du verre total généré.	Consigne sur les contenants de bières, de spiritueux et de boissons gazeuses.	Consigne sur les contenants de bières, de spiritueux et de boissons gazeuses.	Aucun	Environ 75 % des contenants sont consignés dans le système allemand.	Cinq régions ont déjà implanté une consigne, ce qui concerne 78 % de la population.

Comme on peut le voir dans le Tableau 2.3, les deux pays européens évalués dans le cadre de cet essai sont ceux qui obtiennent les meilleurs résultats au niveau du taux de récupération du verre. Les deux pays privilégient des méthodes profondément différentes, alors que la France accélère le déploiement des PAV, tandis que l’Allemagne favorise davantage son système de consigne. Dans les deux cas, le verre est trié doit être trié préalablement par le citoyen.

Le financement varie énormément selon le territoire, même lorsque les modes de collecte et de traitement sont similaires. Le Tableau 2.4 résume donc les caractéristiques des différents territoires à l’étude, leurs cibles les plus récentes de recyclage du verre, ainsi que les coûts de gestion liés à leur système de recyclage respectif. Pour mieux représenter la réalité, les résultats sont évalués séparément pour la récupération et le recyclage. Le taux de recyclage n’inclut pas le recyclage à faible valeur ajouté, ce qui signifie que les utilisations comme sous-fondement de route, comme matériau de recouvrement dans les LET, ou comme agrégats divers ne sont pas incluses dans le taux final. Les détails des calculs effectués pour parvenir aux données du Tableau 2.4 sont présentés dans l’Annexe 1.

Tableau 2.4 Résultats des systèmes de collecte et de traitement du verre par territoire

Territoire	Québec	Ontario	Colombie-b.	France	Allemagne	Australie
Territoire (km ²) ¹	1 542 056	917 741	925 186	549 970	348 672	7 682 300
Population ²	8 394 034	14 193 384	4,817 160	61 840 000	82 772 000	21 016 000
Densité	6,1	15,5	5,2	112,4	237,4	2,7
Cibles	70 %	60 %	75 %	75 %	90 %	Variable ^c
Taux de récupération ^a	72 %	(65 %) ^b	72 %	76 %	86 %	Variable ^c

¹ (Statistiques Canada, 2012a; Statistique Canada, 2018)

² (Statistiques Canada, 2012b; Statistique Canada, 2018)

^a Incluant le verre récupéré grâce à la consigne.

^b Toutes matières confondues.

^c Voir Tableau 2.2 pour les détails.

La plupart des territoires évalués dans le cadre de cet essai ne publient pas les coûts reliés à leur système de recyclage. Lorsque des chiffres sont disponibles, ils concernent généralement l'ensemble des flux de matières recyclables. Il n'était donc pas possible de préciser exactement les coûts de différents systèmes de recyclage. Les centres de tri étant majoritairement des entreprises privées, elles ne divulguent pas davantage leurs résultats financiers. La quantité de verre qui est réellement recyclé est donc difficile à évaluer puisque certains territoires considèrent des usages à faible valeur ajoutés comme du recyclage.

3. MARCHÉ DU VERRE AU QUÉBEC

Ce chapitre vise à évaluer quels sont les différents marchés possibles pour la revente du verre récupéré. Dix de ces marchés sont décrits dans le chapitre qui suit. Les marchés conventionnels – passés et présents – des centres de tri québécois, sont d’abord décrits, pour ensuite faire place aux marchés qui n’ont pas encore été explorés au Québec et qui représentent une opportunité intéressante pour nos centres de tri.

3.1 Marchés existants pour le verre recyclé

Pendant plusieurs années, le taux de recyclage du verre oscillait autour de 50 % au Québec. Parmi le verre récupéré, celui issu de la consigne publique trouvait, et trouve toujours, facilement preneur. En ce qui concerne le verre provenant de la collecte sélective, quelques industries démontrent de l’intérêt, mais ces marchés ont drastiquement diminué en importance au cours des dernières années et leurs avantages environnementaux sont mis en doute. Mis à part la création de nouveaux contenants, le verre peut être utilisé sous forme de sable comme matériau de recouvrement dans les LET, pour la culture hydroponique, ou en remplacement du sel de déglacage. Sous forme de gravier, il peut servir comme fondation de route ou comme paillis en aménagement paysager. Cette section présente les principaux débouchés actuels pour le verre issu de la collecte sélective.

3.1.1 Refonte de contenants

Du point de vue technique, le verre peut être utilisé un nombre infini de fois dans la création de nouveaux contenants. Contrairement à d’autres types de matières recyclables, il n’en résulte aucune perte de qualité et les contenants recyclés possèdent les mêmes propriétés qu’un contenant conçu à partir de matières vierges. (Fédération de l’Industrie du Verre [FIV], 2013)

L’avantage principal de ce marché se trouverait au niveau environnemental. En effet, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), organisme qui a pour mission de mieux comprendre les risques liés au réchauffement climatique d’origine humaine, identifie trois sous-catégories de l’industrie minérale qui sont responsables de la majorité des émissions de gaz à effet de serre de ce secteur : la production de ciment, la production de la chaux et la production de verre (GIEC, 2006). Dans le cas de la production du verre, deux phénomènes sont en causes. Premièrement, les matières premières utilisées, notamment le calcaire (CaCO_3), la dolomie ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) et la cendre de soude (Na_2CO_3), produisent toutes du CO_2 lors de leur combustion. Plusieurs autres carbonates utilisés comme matières secondaires produisent aussi du CO_2 (incluant le carbonate de baryte, le carbonate de potassium, et le carbonate de strontium). (GIEC, 2016) Deuxièmement, l’atteinte du point de fusion des matières

premières nécessite une température de plus de 1 500 °C. Cette température est assurée par la combustion de gaz naturel, procédé dégageant aussi du CO₂. (Chevalier, 2018)

L'utilisation de calcin, terme qui désigne les débris de verre récupéré, permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre de ces deux phénomènes. Premièrement, l'utilisation de calcin réduit la quantité de matières premières nécessaire. Puisque la combustion des carbonates a déjà eu lieu, la fonte du calcin ne produit aucun CO₂. Le remplacement d'une portion des matières premières par du calcin permet donc de réduire considérablement la quantité de CO₂ émise. Deuxièmement, l'utilisation de calcin permet aussi de réduire la température des fours, on estime que l'ajout de 10 % de calcin permet de diminuer de 2,5 % l'émission des gaz à effet de serre due à la consommation énergétique. (Chevalier, 2018)

À l'échelle du Québec, il n'existe qu'une seule entreprise qui produit des contenants de verre. Il s'agit de l'usine d'Owens-Illinois dans le quartier Pointe-Saint-Charles à Montréal. L'usine produit 1,6 million de bouteilles par jour, majoritairement pour les brasseries Molson et Labatt, soit l'équivalent de 430 tonnes métrique de verre par jour (Owens-Illinois Inc., 2015, 13 avril). Ces bouteilles sont composées à 50 % de calcin, mais depuis la fermeture de l'usine Klareco, ce verre est en grande partie importé d'autres provinces canadiennes, telles que l'Ontario et le Nouveau-Brunswick. Ce serait donc 62 780 tonnes de verre qui seraient importées de l'extérieur de la province. À la différence du Québec, ces provinces consignent tous les contenants de boissons alcoolisées, ce qui donne accès à un plus grand gisement de calcin à utiliser. Au Québec, on estime que 80 % des contenants de verre non consignés seraient des bouteilles d'alcool et de spiritueux vendues par la SAQ. (Côté, 2014, 28 octobre)

3.1.2 Laine de fibre de verre

La laine de fibre de verre est un matériau utilisé comme isolant thermique dans le domaine de la construction. Il est créé à partir de verre recyclé qui est fondu afin d'en produire un filament. Celui-ci est ensuite entrelacé pour créer un réseau de fibres semblable à de la laine. La laine de verre fait partie d'un groupe de matériaux appelé « laine minérale ». Il faut toutefois noter qu'en Amérique du Nord, le terme anglais *mineral wool* ne désigne que les laines artificielles à bases de roches, telles que le basalte et les scories, et qu'il n'inclut pas la laine de verre, ou *glass wool*. Beaucoup plus récente que les autres types de laines minérales, la laine de verre est aussi plus souple, ce qui favorise son utilisation dans les constructions résidentielles. (Zhang, Ma, et Wu, 2011) Selon la *European insulation Manufacturers Association* (EURIMA), le verre recyclé compterait maintenant pour 85 % de la production de laine de fibre de verre en Europe. Il est toutefois nécessaire de garder une proportion de matériaux vierge pour assurer le maintien des propriétés de la fibre de verre. (*European insulation Manufacturers Association* [EURIMA],

s. d.) La laine de verre est déjà utilisée depuis de nombreuses années sur le territoire québécois. À l'heure actuelle, il existe environ une trentaine d'usines de production de laine de verre en Amérique du Nord. (ÉEQ, s. d.b)

3.1.3 Matériaux abrasifs

Le verre récupéré grâce à la collecte sélective peut aussi être utilisé pour effectuer du sablage au jet. Le sablage au jet est une opération industrielle qui vise à nettoyer des surfaces à l'aide d'un abrasif projeté à très haute pression, notamment pour éliminer la peinture et les aspérités. Dans ce procédé, le verre est employé pour remplacer du sable de silice ou des scories. On appelle « scories » les sous-produits issus de différents procédés métallurgiques comme le traitement, la mise en forme, et l'affinage des métaux à haute température. Le verre est considéré comme une alternative plus sécuritaire puisque les silices libres peuvent causer des fibroses pulmonaires. Les scories sont aussi dommageables pour la santé puisqu'elles contiennent des métaux lourds. L'usage de ces dernières a d'ailleurs été interdit dans plusieurs états américains en raison des risques qu'elles posent pour la santé des travailleurs (Commission de la santé et de la sécurité du travail [CSST], 1996). Mis à part ces avantages au niveau pratique, l'usage du verre comme agent abrasif ne présente que très peu d'avantages au niveau environnemental puisqu'il ne permet pas de réduire la consommation énergétique du procédé ni de réduire son émission de GES. Il permet par contre d'éviter l'extraction de ressources naturelles vierge. Parmi les clients potentiels, on retrouve les raffineries pétrolières, les bases navales, et l'industrie de la réparation des ponts. Éco Entreprises Québec estime que le marché nord-américain serait de 152 000 tonnes par an. (ÉEQ, s. d.c)

3.1.4 Agents de filtration

Le verre peut aussi être utilisé pour la filtration des eaux municipales et la filtration des eaux de piscine. Dans les deux cas, le verre réduit en poudre est utilisé comme filtre pour retenir les contaminants présents dans l'eau. Dans ce processus, le verre remplace le sable de silice et la zéolite, qui sont autant utilisés pour la filtration des eaux municipales que pour la filtration des piscines. Le verre a cependant l'avantage de posséder des propriétés électrostatiques, ce qui empêche la prolifération de bactéries dans les filtres faits à base de verre. Combinés, les deux marchés cités précédemment représentent un potentiel de plus de 63 000 tonnes de verre par année pour l'ensemble de l'Amérique du Nord, et ils pourraient voir une croissance importante au cours des prochaines années. (EEQ, s. d.a)

Au Québec, le centre de tri Tricentris a développé le verre de filtration ARROX. Sur son site web, l'entreprise vante les propriétés du produit, affirmant que l'usage du verre de filtration permettrait de diminuer la consommation d'eau et de chlore (Tricentris, s.d). Du côté municipal, les usines d'épuration

des eaux usées ou des stations de traitement de l'eau potable peuvent aussi utiliser le verre de filtration ARROX, même si les usines québécoises n'ont pas encore adopté ce procédé. En Grande-Bretagne, l'entreprise Dryden Aqua met en marché depuis quelques temps un produit semblable au verre de filtration de Tricentris. Il est utilisé dans plusieurs usines de l'Écosse, ainsi qu'ailleurs en Europe. Ce procédé permettrait de revaloriser le quart du verre qui est récupéré (BBC, 2013, 21 novembre). Cet usage n'est toutefois pas sans impact. Le transport et le conditionnement nécessaire pour transformer le verre en agent de filtration créent de grandes quantités de gaz à effet de serre. Selon une étude de la firme Enviro Consulting Ltd. (2003), l'usage de verre recyclé crée 43 kg de CO²/tonne de gaz à effet de serre de plus que si du sable vierge était utilisé.

3.1.5 Matériaux de recouvrement

Pour l'instant une grande partie du verre récupéré dans les centres de tri est utilisé comme matériaux de recouvrement ainsi que comme matière structurante dans les LET. Depuis 2006, le *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles* oblige les LET à recouvrir les matières accumulées au cours de la journée à l'aide d'une couche de sol ou avec un autre matériau spécifié par le règlement (Q-2, r. 19). Ce recouvrement journalier a pour but de limiter les désagréments tels que les odeurs, la prolifération de vermine et l'envol de particules légères. Toutes matières qui permettent d'atteindre ces buts sans toutefois contenir de matière non admissible dans un lieu d'enfouissement peuvent légalement servir de matériaux de recouvrement. De par sa nature inerte, le verre récupéré dans les centres de tri représente donc une ressource particulièrement intéressante pour les gestionnaires de LET.

3.1.6 Usages variés

Le verre récupéré peut aussi être utilisé pour une multitude d'usages variés. Parmi les plus fréquents se retrouvent notamment le paillis de verre, les terrains de sports, et les dalles écologiques (EEQ, s. d.b). Ces usages ont en commun le but principal de remplacer une matière première à moindre coût. Le verre remplace généralement un type de minerai, et parfois du plastique. Ce type d'usage n'offre que peu d'avantages au niveau environnemental si la matière qu'il remplace n'a pas d'impact en soi sur l'environnement. Cela évite généralement de procéder à l'extraction de matières premières et peut aider à réduire le transport nécessaire pour assurer l'approvisionnement de celle-ci, mais on considère généralement ces usages comme du recyclage « à faible valeur ajoutée ». Parmi ces usages, seules les dalles écologiques, qui peuvent incorporer jusqu'à 75 % de verre recyclé, obtiennent une performance environnementale intéressante, puisqu'elles peuvent remplacer des dalles en ciment.

3.2 Marchés potentiels pour le Québec

De nouvelles technologies sont présentement à l'essai pour trouver de nouveaux débouchés au verre récolté dans les centres de tri québécois. Les technologies d'implosion et de micronisation telles que décrites à la section 1.3.2 sont à l'origine de plusieurs de ces nouveaux débouchés.

3.2.1 Ajouts cimentaires

Depuis plusieurs années, un nombre important de recherches portent sur l'utilisation de poudre de verre dans la fabrication de ciments Portland. Ces recherches ont été poussées par le développement d'une poudre de verre plus fine, donc mieux adapté à la production de ciment.

Largement utilisé en construction, le ciment est décrit comme un liant qui possède la capacité de durcir et d'adhérer à d'autres matériaux. Les ciments Portland, terme qui désigne les ciments hydrauliques, sont probablement les plus communs. Il s'agit de ciments où le durcissement des composantes est causé par une réaction chimique avec l'eau. La plupart des recettes de ciments nécessitent l'utilisation de chaux (CaO), et le processus débute généralement par la calcination de roche calcaire (CaO₃) pour l'obtenir. Dû à la très grande quantité de CO₂ émis par le procédé, la fabrication de ciment est reconnue comme une activité ayant un impact important sur l'effet de serre. Le procédé est aussi très énergivore. En réduisant la quantité de matière première utilisée, l'emploi de verre recyclé permet donc de réduire l'impact environnemental de la fabrication de béton.

C'est dans cette optique de réduction des gaz à effet de serre que l'utilisation du verre micronisé est mise de l'avant. Comme mentionné à la section 1.2, la SAQ investie depuis plusieurs années en recherche pour permettre d'améliorer les débouchés du verre. Depuis 2004, la SAQ contribue à la Chaire de valorisation du verre dans les matériaux de l'Université de Sherbrooke, dont la majorité des travaux portent sur l'incorporation de la poudre de verre récupéré dans différentes structures de béton. (SAQ, s. d.). L'utilisation de verre dans le béton posait autrefois certains problèmes quant à l'intégrité structurelle du matériau obtenu (Idir, Cyr et Tagnit-Hamou, 2010). Des avancées importantes ont cependant été effectuées au cours des dernières années pour régler ces défauts et son usage est maintenant beaucoup plus prometteur (Soliman et Tagnit-Hamou, 2016).

En 2015, Quantis publié une ACV demandée par RECYC-QUÉBEC qui porte sur divers projets de commercialisation du verre mixte récupéré dans les centres de tri québécois. L'ACV, réalisée selon ISO 14040, compare quatre scénarios de commercialisation avec l'enfouissement du verre ainsi qu'avec son utilisation dans les LET. Le rapport de Quantis vient à la conclusion que seule l'utilisation de calcin

dans la fabrication de ciments Portland pourrait être préférable à la refonte de contenant du point de vue environnemental. (Quantis, 2015)

3.2.2 Agrégats dans le béton

Le béton est obtenu lorsque l'on mélange un liant tel que du ciment ou de l'argile avec des agrégats inertes, comme du gravier. Il diffère du mortier du fait de la taille des agrégats utilisés, plus près du sable naturel dans le cas du mortier. Contrairement à l'utilisation du verre comme ajout cimentaire, la méthode qui consiste à utiliser des agrégats de verre dans le béton est répandue depuis bien des années. Des chercheurs étudiaient dès les années 1970 la possibilité d'ajouter du verre dans le béton.

L'ajout d'agrégats de verre dans le béton ne permet d'obtenir que peu de bénéfices au niveau environnemental. Il permet principalement d'éviter la consommation de matières vierges comme les graviers. Puisque la quantité de gaz à effet de serre produit par l'extraction de ces ressources naturelles est minime en comparaison à l'utilisation du verre comme ajout cimentaire, cette méthode n'offre que peu d'avantages par rapport aux autres méthodes évaluées. (Quantis, 2015)

3.2.3 Verre cellulaire

Le verre cellulaire (communément appelé *Foamglass*) est un matériau poreux reconnu pour sa légèreté et ses propriétés isolantes. En effet, le verre cellulaire, lorsqu'utilisé en construction, permet de réduire la consommation énergétique des bâtiments, de retarder le déplacement des flammes en cas de feu, et peut aussi servir d'isolant acoustique. Certains types de verres cellulaires ont même été développés pour être résistants à la chaleur et aux agents chimiques. Le procédé est semblable à la fabrication du verre, mais des agents moussants y sont ajoutés pour créer des bulles d'air. En résulte un verre de très faible densité qui peut maintenir une forte résistance à la pression. Des scientifiques auraient proposé des méthodes pour en produire dès les années 1930, mais la technique n'a pas vu une utilisation majeure avant les années 2000. C'est l'amélioration des techniques de production et l'apparition d'une grande quantité de matière première issue des centres de tri qui ont donné un nouvel essor à la technique. (Spiridonov et Orlova, 2003)

Le verre cellulaire est donc utilisé depuis quelques années comme matériau de remblai et comme isolant en construction. Il est par exemple utilisé pour isoler des fondations, des canalisations, et des réservoirs de stockage. Il n'existe présentement aucun producteur en Amérique du Nord et le marché est encore embryonnaire de ce côté-ci de l'Atlantique. De nouvelles techniques proposent même d'incorporer au mélange des cendres volantes ou des résidus de sablage au jet, augmentant ainsi le potentiel de

récupération du verre cellulaire (Attila, Guden, et Tasdemirci, 2013). De nouvelles recherches proposent aussi d'utiliser le verre cellulaire comme agrégat dans la fabrication du béton (Lakov, Jivov, Aleksandrova, Ivanova, et Toncheva, 2018). Cette nouvelle méthode pourrait permettre de créer un matériau qui combine la durabilité de béton et les propriétés isolantes du verre cellulaire.

Le marché du verre cellulaire n'est peut-être cependant pas assez mature pour représenter un réel débouché au Québec à l'heure actuelle. En effet, il n'existe aucune usine capable de produire ce type de matériau à l'heure actuelle au Québec (Fortier, s. d.). Il serait donc surprenant qu'un marché puisse se développer à court terme pour la fabrication de verre cellulaire local, tandis que l'exportation de calcin à l'étranger rendrait cette option beaucoup moins intéressante du point de vue environnemental. Tel que démontré dans l'analyse de Quantis (2015), le transport nécessaire est une des composantes majeures de l'impact environnemental d'un produit à base de verre recyclé.

3.2.4 Additifs industriels

Plusieurs industries expérimentent récemment avec le verre comme additif dans différents produits de consommation courante, comme des encres, des peintures, ou des plastiques. Le verre pourrait ainsi remplacer certains pigments dans la production de différents matériaux colorés sans en affecter les propriétés (Verglass, s. d.)

3.3 Estimation des besoins en verre recyclé au Québec

Au Québec comme à l'étranger, il est fréquent que les décisions concernant la gestion des matières résiduelles soient prises en fonction des limites techniques et financières, avec peu d'égard quant au produit fini. On choisit donc des méthodes ou des technologies qui répondent à des besoins techniques, sans considérations aux besoins du marché. On cherche ensuite à adapter les besoins aux contextes, et non l'inverse. L'amélioration de l'industrie du recyclage au Québec doit passer par une meilleure adéquation entre les techniques utilisées et les besoins réels du marché. Cette section tente donc de brosser un portrait sommaire de l'état du marché du verre au Québec. Pour différents articles pouvant être produits à partir de verre récupéré, une estimation de l'utilisation actuelle et de la demande potentielle est effectuée.

Les besoins ont donc été évalués pour les 10 marchés présentés dans les sections 3.1 et 3.2. Une différence a aussi été établie entre les usages qui sont considérés à faible valeur ajoutée et ceux qui sont considérés à forte valeur ajoutée. Dans le cadre de cet essai, un usage à forte valeur ajoutée sera considéré comme un usage qui permet de réduire de façon considérable la consommation d'énergie, qui réduit

l'utilisation d'une matière polluante, ou qui permet de réduire de significativement le coût du produit final. Les données ont été tirées des différents rapports de RECYC-QUÉBEC, des rapports annuels de différentes industries, ainsi que des fiches d'informations publiées dans la cadre du plan Verre l'Innovation. Le Tableau 3.1 présente une estimation en termes de tonnage des usages actuels et des marchés potentiels du verre au Québec. Ce tableau exclut le verre issu des deux systèmes de consigne.

Tableau 3.1 Utilisation du verre issu de la collecte sélective au Québec

Matériau incorporant du verre recyclé	Usage à valeur ajoutée	Quantité utilisée actuellement	Marché accessible à court terme
Refonte de contenants	✓	0	62 780 tonnes
Laine de verre	✓	0	Non disponible
Matériaux abrasifs		23 000 tonnes	152 000 tonnes
Agents de filtration			63 000 tonnes
Matériaux de recouvrement		130 000 tonnes	Illimité
Autres usages	✓	Non significatif	Non disponible
Ajouts cimentaires	✓	Non significatif	100 000 tonnes
Agrégats de verre		Non significatif	Illimité
Verre cellulaire	✓	0	0
Additifs industriels		0	Non disponible

Si l'on considère qu'environ 188 000 tonnes de verre sont produites au Québec dans le secteur résidentiel seulement, on peut voir aisément que les marchés disponibles sont suffisants pour écouler le verre dans des utilisations à forte valeur ajoutée. La technique d'implosion ne permettrait toutefois pas d'utiliser le verre récupéré pour la refonte de contenants, puisque cette technique ne tri pas le verre par couleur. En allant de l'avant avec cette technique, il sera nécessaire de recourir à des certains marchés à faible valeur ajoutée pour au moins une portion du verre récupéré.

4. ANALYSE COMPARATIVE DES RÉSULTATS

Outre les modifications réglementaires et les améliorations technologiques, le Québec peut aussi se tourner vers un changement majeur de ses méthodes de collecte du verre. Ce chapitre évalue les différents scénarios possibles en se fiant aux informations récoltées dans les deux chapitres précédents.

4.1 Méthodologie

Ce chapitre analyse différentes combinaisons de trois méthodes de collecte, soit la consigne, l'apport volontaire, et la collecte sélective telle qu'elle est effectuée présentement. La possibilité d'établir une collecte en mode porte-à-porte séparée pour le verre n'est pas évaluée dans le cadre de cet essai pour plusieurs raisons.

Premièrement, l'état actuel des infrastructures, le manque de volonté politique, et le financement disponible rendent ce scénario peu probable. Deuxièmement, une collecte en mode porte-à-porte séparée pour le verre serait difficilement comparable avec les autres modes de collecte présentés dans cette analyse. Les cinq scénarios évalués seraient donc :

- Scénario 1 - Collecte pêle-mêle seulement
- Scénario 2 - Collecte pêle-mêle et élargissement de la consigne
- Scénario 3 - Collecte pêle-mêle et points d'apport volontaire
- Scénario 4 - Collecte pêle-mêle, consigne, et points d'apport volontaire
- Scénario 5 - Abandon complet de la collecte pêle-mêle du verre

Par la suite, chacun des scénarios est évalué selon les trois différentes sphères du développement durable : la sphère environnementale, la sphère sociale, et la sphère économique. Pour chacune d'entre elles, des critères ont été établis afin d'évaluer l'ensemble des enjeux. Ces critères sont décrits en détail à la Section 4.1.2.

Finalement, un pointage final est donné à chacun des cinq scénarios retenus. Une discussion sur les résultats permet de mettre en lumière la signification des pointages de chaque scénario et de considérer les différents facteurs qui ont pu influencer les résultats.

4.1.1 Description des scénarios à l'étude

Les scénarios sélectionnés sont décrits de façon sommaire dans les paragraphes qui suivent. Pour chacun d'entre eux, les impacts potentiels ainsi que les changements exigés par rapport au statu quo sont décrits de façon à en faire ressortir les avantages et les inconvénients.

Tableau 4.1 Présentation des scénarios analysés

SCÉNARIO 1 Collecte pêle-mêle seulement	SCÉNARIO 2 Collecte pêle-mêle et élargissement de la consigne	SCÉNARIO 3 Collecte pêle-mêle et points de dépôt volontaire	SCÉNARIO 4 Collecte pêle-mêle, consigne, et points de dépôt volontaire	SCÉNARIO 5 Abandon complet de la collecte pêle-mêle du verre
<input checked="" type="checkbox"/> Collecte sélective <input type="checkbox"/> Étendre la consigne <input type="checkbox"/> Apport volontaire	<input checked="" type="checkbox"/> Collecte sélective <input checked="" type="checkbox"/> Étendre la consigne <input type="checkbox"/> Apport volontaire	<input checked="" type="checkbox"/> Collecte sélective <input type="checkbox"/> Étendre la consigne <input checked="" type="checkbox"/> Apport volontaire	<input checked="" type="checkbox"/> Collecte sélective <input checked="" type="checkbox"/> Étendre la consigne <input checked="" type="checkbox"/> Apport volontaire	<input type="checkbox"/> Collecte sélective <input checked="" type="checkbox"/> Étendre la consigne <input checked="" type="checkbox"/> Apport volontaire

Scénario 1 - Collecte sélective seulement

Ce scénario consiste à poursuivre la collecte telle qu'elle est effectuée pour l'instant. Dans ce scénario, Éco Entreprises Québec poursuivrait la mise à jour des équipements de traitement dans l'ensemble des centres de tri québécois. Les consignes vis-à-vis de la collecte sélective demeureraient inchangées. Ce scénario a l'avantage de représenter des changements minimaux pour les citoyens et les responsables municipaux. Il minimise au maximum les perturbations qu'auraient à subir les acteurs de l'industrie. Ce scénario implique des investissements considérables en appareils technologiques capables d'améliorer la qualité du verre obtenu. Au niveau des débouchés, le maintien de la collecte sélective rend peu probable l'utilisation du verre récupéré pour en faire de nouveaux contenants de verre. La technologie d'implosion pourrait toutefois ouvrir des marchés intéressants pour le verre, et éviter que ce dernier ne termine son cycle de vie dans les LET.

Scénario 2 - Collecte sélective et élargissement de la consigne

Ce scénario évalue l'élargissement de la consigne à une plus large gamme de contenants. Pour simplifier l'analyse, la consigne serait étendue à tous les contenants de bière, de vin et de spiritueux. Ce scénario devrait vraisemblablement passer par l'implantation de centres de dépôt gérés indépendamment du réseau actuel des détaillants, puisque ces derniers ne possèdent pas les installations ni l'espace nécessaire pour recevoir tous les nouveaux contenants qui seraient consignés. Il serait aussi possible d'augmenter la performance de la consigne publique en augmentant la quantité maximale de CRU mis en marché par les brasseurs. Ce scénario demanderait une adaptation importante de la part du réseau de détaillants actuels,

notamment de la SAQ, qui a affirmé à plusieurs reprises ne pas avoir les installations adéquates pour reprendre les contenants consignés dans ses locaux.

Scénario 3 - Collecte sélective et points d'apport volontaire

Ce scénario instaurerait un système de collecte à deux vitesses, les citoyens qui le désirent pourraient apporter leurs contenants de verre dans un point d'apport volontaire tandis que les autres pourraient continuer d'utiliser la collecte sélective. Cette méthode permettrait d'assurer de meilleurs débouchés pour au moins une portion du verre récupéré grâce à l'apport volontaire. Cette méthode permettrait aussi d'obtenir un verre trié par couleur. Ce scénario pourrait aussi servir comme modèle de transition vers un système où seul l'apport volontaire serait disponible. Il demanderait toutefois des efforts importants en ISÉ pour encourager les citoyens à effectuer la transition vers l'apport volontaire.

Scénario 4 - Collecte sélective, consigne, et points d'apport volontaire

Ce scénario évalue la possibilité de combiner plusieurs modes de collecte pour offrir un maximum de solutions aux citoyens. Le scénario implique d'abord l'implantation d'une consigne sur l'ensemble des bouteilles d'alcool, ainsi que la mise en place de points d'apport volontaire. Dans le cas où le retour du verre consigné devrait s'effectuer hors des points de vente, les dépôts pourraient aussi servir à ramener des bouteilles non consignées, ce qui limiterait la nécessité d'implanter des PAV de style conteneurs et encouragerait les citoyens à ramener l'ensemble de leurs contenants lors du même trajet. Cette façon de faire pourrait être populaire dans les grands centres urbains où l'espace est limité pour instaurer des PAV. Les centres de dépôt auraient aussi comme avantage de délester les détaillants de la responsabilité de la consigne. Dans ce scénario, les citoyens qui n'auraient pas accès à des centres de dépôt ou des PAV pourraient continuer de déposer leur contenant de verre dans la collecte sélective.

Scénario 5 - Abandon complet de la collecte sélective du verre

Ce dernier scénario viserait le retrait complet du verre de la collecte sélective. Il ressemble au scénario précédent, à la différence que le verre qui ne serait pas rapporté par les citoyens devrait être déposé avec les ordures ménagères. Il exigerait une campagne de sensibilisation importante pour enseigner à la population que le verre qui n'est pas consigné ou qui n'est pas accepté dans les points d'apport volontaire doit être déposé avec les ordures ménagères. Cette pratique pourrait sembler contre-intuitive pour toute une génération à qui l'on a enseigné l'importance du recyclage. Elle pourrait cependant permettre de simplifier les activités des centres de tri en retirant le matériau qui est le plus fréquemment identifié comme étant problématique pour les opérations.

4.1.2 Description des critères d'analyse

Les critères d'analyse sont basés sur les trois sphères du développement durable, soit la sphère environnementale, la sphère sociale et la sphère économique. La Loi sur le développement durable du Québec précise que le développement durable : « [...] s'appuie sur une vision à long terme qui prend en compte le caractère indissociable des dimensions environnementale, sociale et économique des activités de développement. » (*Loi sur le développement durable*)

Pour chaque sphère, trois critères ont été sélectionnés de manière à ce que chaque sphère du développement durable soit représentée de façon équivalente dans l'analyse. Le Tableau 4.2 spécifie les différents critères qui ont été sélectionnés.

Tableau 4.2 Présentation de critères utilisés dans le cadre de l'analyse

Nature du critère	Critères
Environnemental	Impact sur les ressources naturelles
	Impact sur les changements climatiques
	Impact sur les quantités récupérées
Social	Acceptabilité sociale
	Commodité pour les utilisateurs
	Création d'emploi
Économique	Coût d'investissement
	Frais d'exploitation
	Facilité d'implantation

Impact sur les ressources naturelles

Le principe à la base du recyclage est de permettre de réduire la nécessité d'extraire davantage nouvelles ressources naturelles pour la production d'un bien. Ce critère évalue donc la capacité d'un scénario à limiter l'extrait de nouvelles ressources naturelles. Ce critère prend en compte les marchés visés qui se fournissent déjà en verre recyclé d'une autre source. Plus un scénario permet de réduire l'utilisation de ressources naturelles, plus il aura une côte forte.

Impact sur les changements climatiques

Ce critère prend en considération l'impact d'un scénario sur les émissions de gaz à effet de serre reliés aux processus de collecte et de recyclage du verre récupéré. Cela inclut le transport des matières ainsi que les gains énergétiques obtenus par l'utilisation de verre recyclé. Ce critère est au cœur de l'importance d'une stratégie respectueuse de l'environnement. La plupart des matériaux créés à partir

des précurseurs du verre dégagent une quantité importante de gaz à effet de serre. De plus, les processus qui utilisent des matières premières vierges sont généralement plus énergivores, ce qui contribue à augmenter l'impact environnemental négatif d'un procédé industriel. Un scénario avec une côte forte doit favoriser les marchés qui permettent d'utiliser le verre récupéré dans des procédés qui réduisent l'impact du recyclage du verre sur les changements climatiques.

Impact sur les quantités récupérées

Plus une méthode permet de récupérer une grande quantité de matière, plus elle permet de réduire le recours à l'enfouissement et l'impact que les LET ont sur l'environnement. La quantité de matières récupérées a aussi un effet multiplicateur sur les deux autres critères du volet environnemental. Il est donc important qu'un scénario permette de récupérer autant de matières que possible. Plus la méthode de collecte est efficace, et plus les choix sont variés pour l'utilisateur, plus le scénario obtiendra une côte forte pour ce critère.

Acceptabilité sociale

Le premier critère du volet social est représenté par la probabilité qu'un scénario soit accueilli favorablement par les utilisateurs. Puisque le succès d'une méthode de collecte dépend en premier lieu de la proportion de verre récupéré, il est essentiel que les citoyens soient prêts à accepter un nouveau système de collecte. Ce critère prend donc en compte l'opinion des citoyens par rapport à la méthode qui serait implantée. Plus une méthode est approuvée par les utilisateurs du système, plus elle obtiendra une côte forte.

Commodité pour les utilisateurs

Le deuxième critère du volet social s'inscrit dans la même direction que le premier. Il existe toutefois des nuances importantes entre les deux critères. La simplicité d'utilisation est un critère essentiel pour s'assurer que les volumes de verre récupéré seront suffisants pour permettre de rentabiliser le système. Plus un système est simple, plus les gens seront encouragés à l'utiliser. Cependant, l'engouement des gens par rapport à la consigne et à l'apport volontaire, tel que discuté au Chapitre 1, démontre que la simplicité n'est pas nécessairement un critère majeur pour la majorité de la population. Une portion de la population préfère savoir que leur geste est efficace, davantage que de se faire offrir un service simple à utiliser. La commodité du système n'est donc pas garante de l'acceptabilité sociale, et vice versa. Les deux critères méritent donc chacun leurs évaluations dans le cadre de cette analyse.

Création d'emplois

Le volet social ne sera pas complet sans l'inclusion de la composante humaine. Les différents scénarios à l'étude impliquent différentes mesures qui nécessiteront de la main-d'œuvre. Certains systèmes sont davantage automatisés tandis que d'autres demandent des personnes disponibles pour effectuer les tâches manuellement et pour superviser le système. Plus un scénario permet de développer une industrie avec des emplois de qualité, plus elle aura une côte forte au niveau de la création d'emploi.

Coût d'investissement

L'investissement financier nécessaire à la mise en place du nouveau système est un des trois critères sélectionnés pour l'aspect économique. Un système qui demande un investissement majeur et rapide sera plus complexe à mettre en place. Il sera aussi plus difficile à faire accepter aux municipalités, aux centres de tri, ainsi qu'aux autres acteurs qui devront se séparer la facture. Il faut aussi se rappeler que les ressources pouvant être investies dans les services de collecte sont limitées. Un scénario qui obtient des résultats similaires pour un investissement moindre devrait donc obtenir une meilleure évaluation dans le cadre de cette analyse.

Frais d'exploitation

Le deuxième critère du volet économique concerne les frais d'opération et de maintien d'un scénario. Après les investissements initiaux, une vaste différence demeure entre les coûts de gestion des différents systèmes présentés. Cette réalité s'observe facilement lorsque l'on analyse les différents territoires présentés au Chapitre 2. En effet, les frais d'exploitation de chaque système sont drastiquement différents. Plus un scénario permet d'obtenir des frais d'exploitation faibles, plus le recyclage du verre deviendra rentable, finançant ainsi le système de collecte. Un système aux frais d'opération faible obtiendra donc une côte plus forte pour ce critère.

Facilité d'implantation

Le dernier critère est relié à la facilité de mettre en place les méthodes proposées. Un système peut être complexe à mettre en place pour plusieurs raisons : l'ampleur des changements à effectuer, la nécessité de procéder à des modifications réglementaires, la disponibilité des infrastructures exigées, l'espace et la main-d'œuvre nécessaire. Plus un système est complexe en mettre en place, plus il risque d'éprouver des ratés et des dépassements de coûts. Les résultats d'un système complexe sont aussi plus difficiles à prédire. Il se pourrait donc qu'un tel système ne rapporte pas les résultats espérés.

4.2 Analyse des différents scénarios

Cette section analyse les différents scénarios selon les critères identifiés dans la section précédente. Chaque critère est évalué selon une échelle de trois côtes : faible, moyen, et fort. Le tableau suivant présente la signification des différents résultats attribués aux cinq scénarios à l'étude.

Tableau 4.3 Signification des résultats attribués par critères

Résultat attribué	Signification	Pointage
Faible	Ce scénario ne représente aucun avantage ou presque par rapport aux autres scénarios évalués.	1
Moyen	Ce scénario présente quelques avantages par rapport aux autres scénarios évalués.	2
Fort	Ce scénario présente un avantage marqué par rapport aux autres scénarios évalués.	3

Cette échelle a été sélectionnée pour garder l'analyse simple et pour représenter le plus fidèlement possible la différence entre chaque scénario. Les critères ont été sélectionnés de façon à ce que chaque sphère possède un poids équivalent. Cette analyse n'inclut donc aucune pondération aux critères retenus, puisque cela aurait pour effet de donner davantage de poids à un des trois volets. La décision quant au résultat de chaque scénario vis-à-vis des critères sélectionnés est expliquée dans les sections suivantes.

4.2.1 Scénario 1 – Collecte pêle-mêle seulement

Ce scénario représente le statu quo. Dans ce cas de figure, les systèmes d'implosion du verre seraient implantés dans la majorité des centres de tri du Québec. La consigne serait maintenue pour les contenants de verre qui sont concernés à l'heure actuelle.

Tableau 4.4 Résultats du Scénario 1 – Collecte pêle-mêle seulement

Nature du critère	Critères	Résultats
Environnemental	Impact sur les ressources naturelles	Moyen
	Impact sur les changements climatiques	Moyen
	Impact sur les quantités récupérées	Moyen
Social	Acceptabilité sociale	Moyen
	Commodité pour les utilisateurs	Fort
	Création d'emplois	Faible
Économique	Coût d'investissement	Moyen
	Frais d'exploitation	Fort
	Facilité d'implantation	Fort

Si les centres de tri du Québec étaient mis à jour avec des technologies telles que l'implosion du verre, il obtiendraient éventuellement accès à des marchés plus intéressants que les LET. Cependant, on observe souvent un écart entre la théorie et la pratique. Il faudra attendre les conclusions du projet pilote Verre l'Innovation pour connaître exactement quels débouchés pourraient être accessibles grâce à l'implosion du verre. Idéalement, ces nouvelles technologies de tri permettraient d'utiliser le verre récupéré pour éviter l'extraction de ressources naturelles nécessaires à la production de ciment. La demande en ciment n'est toutefois pas assez grande pour combler l'ensemble du verre à écouler et la qualité ne serait toutefois pas suffisante pour en faire du contenant ou de la laine de fibre de verre. Ce scénario obtient une cote de « Moyen » au niveau de l'impact sur les ressources naturelles. Tel que discuté à la section 3.2.1, la production d'ajout cimentaire pourrait réduire de façon modeste la production de gaz à effet de serre. Le scénario 1 obtient donc une cote de « Moyen » au niveau de l'impact sur les changements climatiques. Au niveau des quantités récupérées, le scénario obtiendrait une cote de « Moyen », la collecte sélective étant reconnue comme un moyen efficace de récupérer un pourcentage important du verre généré.

Au niveau social, la pression citoyenne est plutôt forte contre le statu quo. Le portrait de la situation effectué au Chapitre 1 démontre qu'un mouvement de fond s'organise pour changer la façon dont on récupère les matières recyclables au Québec, et le verre se retrouve à l'avant-plan de ce mouvement. Le scénario obtient donc une cote de « Moyen » pour l'acceptabilité sociale. La collecte sélective demeure cependant une méthode particulièrement simple pour les citoyens, c'est pourquoi elle obtient une cote de « Fort » pour la commodité. Au niveau de la création d'emploi, la collecte sélective n'est pas plus exigeante en main-d'œuvre que les autres méthodes de collecte, surtout si l'on considère que les centres de tri ont tendance à se diriger vers l'automatisation. Le scénario obtient donc une cote de « Faible » pour la création d'emploi.

Ce scénario ne demanderait aucun investissement au niveau des infrastructures de collecte puisque ceux-ci demeureraient inchangés. Il serait toutefois nécessaire d'investir des montants importants dans les équipements des centres de tri québécois. Dans le cadre du plan Verre l'Innovation, ÉEQ a déjà investi 40 millions de dollars pour équiper cinq centres de tri avec des équipements d'implosion du verre (ÉEQ, s. d.a). Il en coûterait donc une somme importante pour mettre à niveau la trentaine de centres de tri québécois en activité. L'investissement serait toutefois moindre que celui nécessaire à l'ajout d'une nouvelle collecte. C'est pourquoi ce scénario obtient une cote de « Moyen » au niveau des coûts d'investissement. La réflexion est similaire au niveau des frais d'exploitation. Ce scénario n'occasionnerait

que peu de coûts supplémentaires. C'est pourquoi elle obtient une côte de « Fort ». Ce scénario se démarque aussi par sa facilité d'implantation, puisque les changements à effectuer toucheraient seulement les centres de tri. Le scénario ne demande aucun changement de la part des municipalités et des citoyens. Il obtient donc une côte de « Fort » pour la facilité d'implantation.

4.2.2 Scénario 2 – Collecte pêle-mêle et élargissement de la consigne

Ce scénario prend en compte l'ajout d'une consigne sur l'ensemble des boissons alcoolisées. Dans ce scénario, les détaillants seraient forcés de reprendre les contenants qu'ils mettent sur le marché.

Tableau 4.5 Résultats du Scénario 2 – Collecte pêle-mêle et élargissement de la consigne

Nature du critère	Critères	Résultats
Environnemental	Impact sur les ressources naturelles	Fort
	Impact sur les changements climatiques	Fort
	Impact sur les quantités récupérées	Moyen
Social	Acceptabilité sociale	Fort
	Commodité pour les utilisateurs	Moyen
	Création d'emplois	Moyen
Économique	Coût d'investissement	Moyen
	Frais d'exploitation	Faible
	Facilité d'implantation	Faible

La consigne permettrait d'obtenir un verre de bien meilleure qualité et de fournir du verre à des entreprises québécoises comme Owens-Illinois qui s'approvisionnent présentement aux États-Unis. Tel que discuté dans les chapitres précédents, l'usage de verre récupéré dans la fabrication de contenant a un effet important sur l'utilisation des ressources naturelles et sur les émissions de gaz à effet de serre. Le scénario obtient donc une côte de « Fort » pour l'impact sur les ressources naturelles ainsi que pour l'impact sur les changements climatiques. Avec une hausse de la consigne, on pourrait aussi s'attendre à une légère augmentation du taux de récupération. Celle-ci serait toutefois modeste considérant que les taux de récupération du verre sont déjà relativement hauts. Le scénario obtient donc une côte de « Moyen » pour les quantités récupérées.

Au niveau de l'acceptabilité sociale, les observations du chapitre 2 démontrent qu'une frange importante de la population soutient l'élargissement de la consigne. Ce scénario se mérite donc une côte de « Fort ». Ce scénario demanderait aussi un travail supplémentaire de la part des citoyens qui devraient maintenant ramener leurs contenants consignés chez le détaillant. La côte de « Moyen » est donc donnée pour le

critère de la commodité. Au niveau de la création d'emploi, on peut s'attendre à une demande accrue en personnel pour pouvoir gérer les consignes, en plus des nouveaux marchés qui s'ouvriraient grâce au verre consigné, ce qui résulte en une cote de « Moyen ».

Certains responsables de la SAQ, de même que plusieurs centres de tri, ont avancé l'hypothèse qu'étendre la consigne aux bouteilles de bière, de vin et de spiritueux empêcherait la collecte sélective du verre d'être rentable, puisqu'elle risquerait de diminuer la quantité de verre qui transite par les centres de tri. Les contenants de la SAQ représenteraient approximativement 80 % des contenants de verre récupéré grâce à la collecte sélective (Genois Gagnon, 2015, 29 mai). Une diminution de la quantité de verre pourrait ensuite empêcher l'implantation rentable de nouveaux équipements dans les centres de tri.

4.2.3 Scénario 3 – Collecte pêle-mêle et points d'apport volontaire

Ce scénario permettrait à des citoyens qui le désirent de rapporter le verre dans des points d'apport volontaire désignés, bien que le verre serait toujours accepté dans le cadre de la collecte sélective. Tel que décrit à la section 1.2.2 sur l'apport volontaire, plusieurs petites municipalités québécoises ont commencé à tester cette option ou considèrent commencer prochainement.

Tableau 4.6 Résultats du Scénario 3 – Collecte pêle-mêle et points d'apport volontaire

Nature du critère	Critères	Résultats
Environnemental	Impact sur les ressources naturelles	Moyen
	Impact sur les changements climatiques	Moyen
	Impact sur les quantités récupérées	Faible
Social	Acceptabilité sociale	Moyen
	Commodité pour les utilisateurs	Faible
	Création d'emplois	Faible
Économique	Coût d'investissement	Faible
	Frais d'exploitation	Faible
	Facilité d'implantation	Moyen

Ce scénario permettrait d'obtenir une certaine quantité de verre trié à la source, en parallèle au verre obtenu grâce à la collecte sélective. Comme le verre issu de la consigne, le verre récupéré dans le cadre de cette nouvelle collecte pourrait être utilisé pour des usages à haute valeur ajoutée, ce qui diminuerait conjointement la demande en ressources naturelles et les émissions de gaz à effet de serre. Le scénario obtient une cote de « Moyen » pour ces deux critères. Les quantités récupérées grâce à ce système seraient toutefois moindres que celles récupérées actuellement grâce à la collecte sélective. Le scénario obtient donc une cote de « Faible » pour les quantités récupérées.

Au niveau de l'acceptabilité sociale, les citoyens sont ouverts à l'apport volontaire, mais le mouvement qui soutient cette option n'est pas aussi développé que celui qui soutient la consigne. Le scénario obtient donc une cote de « Moyen ». Pour ce qui est de la commodité, l'apport demanderait une certaine adaptation de la part des citoyens, mais les projets-pilotes effectués jusqu'à maintenant démontrent que les gens sont prêts à se déplacer. Le scénario se mérite donc une cote de « Moyen ». Au niveau de la création d'emploi, l'apport volontaire ne crée que peu d'emploi puisque les PAV sont rarement supervisés par des employés à temps plein. Le scénario obtient donc une cote de « Faible » pour la création d'emploi.

Au niveau économique, les coûts de l'apport volontaire seraient considérables. L'étude réalisée par Deloitte (2018) démontre qu'il serait nécessaire d'implanter une quantité importante de PAV ce qui occasionne un haut coût d'investissement et d'opération. Le scénario obtient donc une cote de « Faible » pour ces deux critères. L'apport volontaire exige aussi de posséder des terrains pouvant accueillir des PAV ou de mettre en place des partenariats pour que des propriétaires privés les accueillent. Il est aussi complexe d'optimiser le nombre de collectes ainsi que leur parcours. L'apport volontaire demanderait des changements importants par rapport au système actuel, c'est pourquoi le scénario se mérite une cote de « Moyen ».

4.2.4 Scénario 4 – Collecte pêle-mêle, consigne, et points d'apport volontaire

Ce scénario combinerait l'élargissement de la consigne à l'apport volontaire. Le scénario inclurait donc l'implantation de centres de dépôt où les citoyens pourraient ramener leurs contenants consignés. Les citoyens qui le désirent pourraient aussi profiter de ces points de dépôts pour y déposer leurs bouteilles de verre non consignées.

Tableau 4.7 Résultats du Scénario 4 – Collecte pêle-mêle, consigne, et points d'apport volontaire

Nature du critère	Critères	Résultats
Environnemental	Impact sur les ressources naturelles	Fort
	Impact sur les changements climatiques	Fort
	Impact sur les quantités récupérées	Fort
Social	Acceptabilité sociale	Fort
	Commodité pour les utilisateurs	Moyen
	Création d'emplois	Fort
Économique	Coût d'investissement	Faible
	Frais d'exploitation	Faible
	Facilité d'implantation	Faible

Au niveau de l'impact sur les ressources naturelles, ce scénario permettrait de réduire considérablement l'utilisation de ressource naturelle, puisqu'on obtiendrait deux flux de verre de qualité différente qui permettrait de répondre à la majorité des usages identifiés au chapitre 2. Ce faisant, l'utilisation de verre récupéré dans des marchés qui sont conventionnellement de grands émetteurs de gaz à effet de serre permettrait à ce scénario d'obtenir un excellent bilan au niveau des changements climatiques. Ensuite, la combinaison des différentes modes de collecte permettrait de récupérer un maximum de verre. Ce scénario se mérite donc une cote de « Fort » pour les trois critères du volet environnemental.

Pour ce qui est du volet social, ce scénario obtiendrait vraisemblablement l'approbation de la population pour les mêmes raisons qui sont identifiées dans les scénarios précédents. Le scénario obtient donc une cote de « Fort » pour le critère de l'acceptabilité sociale. Il serait aussi relativement commode pour les utilisateurs dus à la variété d'options qui leur sont offertes. La nouvelle consigne demanderait cependant un effort supplémentaire de la part des citoyens et il serait nécessaire d'informer la population sur les choix disponibles, c'est pourquoi le scénario obtient une cote de Moyen pour ce critère. En ce qui concerne la création d'emploi. La mise en place des centres de dépôt demanderait un nombre important d'employés pour assurer la réception, la manutention et le tri des contenants sur place. C'est pourquoi le scénario se mérite une cote de « Fort » au niveau de la création d'emploi.

L'implantation de ce scénario serait plus difficile à justifier au niveau du volet économique. Les coûts d'investissement nécessaire à la mise en place de centres de dépôt seraient relativement importants. Les frais d'exploitation seraient aussi élevés dû à la nécessité d'avoir du personnel supplémentaire comme discuté précédemment. Dernièrement, la logistique nécessaire à l'implantation de ces centres de tri serait très complexe. Il faudrait disposer de l'espace nécessaire pour ces centres, en plus de garder ceux-ci facilement accessibles à la population. Ils devraient être en nombre suffisant, idéalement près des transports en commun, mais aussi près des détaillants pour que les citoyens soient encouragés à ramener leurs contenants. Pour ces trois critères, le scénario obtient une cote de « Faible ».

4.2.5 Scénario 5 – Abandon complet de la collecte pêle-mêle du verre

Ce dernier scénario vise l'abandon complet de la collecte sélective, cette dernière serait remplacée par une combinaison d'une consigne sur l'ensemble des contenants de boissons alcoolisées ainsi que par des PAV pour les contenants qui ne seraient pas consignés. Si nécessaire, le retrait de la collecte sélective pourrait s'effectuer de façon progressive. Soit en commençant par la consigne ou en débutant par la mise en place de PAV.

Tableau 4.8 Résultats du Scénario 5 – Abandon complet de la collecte pêle-mêle du verre

Nature du critère	Critères	Résultats
Environnemental	Impact sur les ressources naturelles	Fort
	Impact sur les changements climatiques	Fort
	Impact sur les quantités récupérées	Moyen
Social	Acceptabilité sociale	Moyen
	Commodité pour les utilisateurs	Moyen
	Création d'emplois	Moyen
Économique	Coût d'investissement	Faible
	Frais d'exploitation	Moyen
	Facilité d'implantation	Faible

L'impact de ce scénario au niveau des ressources naturelles et des changements climatiques serait similaire au scénario précédent. Ces deux critères obtiennent donc une cote de « Fort ». Au niveau des quantités récupérées, on pourrait toutefois s'attendre à une diminution considérable puisqu'une partie de contenants consignés ne seraient pas rapportés. Il serait nécessaire d'identifier quel montant serait adéquat pour que la consigne fonctionne le mieux possible. Pour ces raisons, ce scénario obtient une cote de « Moyen » pour l'impact sur les quantités récupérées.

Au niveau de l'acceptabilité sociale, une partie des citoyens pourrait être réfractaire au retrait du verre de la collecte sélective. Cela pourrait être perçu comme une perte de services ou comme un geste qui va à l'encontre de l'environnement. Cette méthode demanderait aussi une certaine adaptation de la part des citoyens qui devraient apprendre à ramener le verre dans les lieux désignés à cet effet. Pour ce qui est de la création d'emploi, l'élargissement de la consigne permettrait de créer de nouveaux emplois, comme pour le scénario 4. Pour ces raisons, les critères du volet social obtiennent une cote de « Moyen ».

En ce qui concerne les coûts d'investissement, le scénario obtient une cote de « Faible » dû à l'investissement important qui serait nécessaire à cette modification majeure du réseau de collecte. Le retrait du verre de la collecte sélective permettrait toutefois de délester les centres de tri d'un frein important à leur rentabilité. Les bénéfices obtenus pourraient être réinvestis dans l'implantation des nouveaux modes de collecte. Les frais d'opérer un tel système serait relativement important. Le scénario obtient donc une cote de « Moyen » pour ce critère. Dernièrement, le scénario serait assez complexe à implanter puisqu'il demande de développer des infrastructures, du matériel, et un nouveau réseau de transport. Le scénario obtient donc la cote de « Faible ».

4.3 Résultats et limites de l'analyse

Le Tableau 4.9 résume les différents résultats obtenus pour chaque scénario de collecte selon les neuf critères identifiés. Le tableau résume aussi les marchés pour lesquels chaque scénario serait approprié en plus de spécifier si ces marchés correspondent à ceux identifiés dans la chapitre 3. Les résultats présentés dans ce tableau permettent de diriger la discussion sur les résultats présentés à la suite du tableau.

Tableau 4.9 Analyse comparative des scénarios à l'étude

SCÉNARIO 1 Collecte pêle-mêle seulement	SCÉNARIO 2 Collecte pêle-mêle et élargissement de la consigne	SCÉNARIO 3 Collecte pêle-mêle et points de dépôt volontaire	SCÉNARIO 4 Collecte pêle-mêle, consigne, et points de dépôt volontaire	SCÉNARIO 5 Abandon complet de la collecte pêle-mêle du verre
1 - MODES DE COLLECTE ADOPTÉ				
<input checked="" type="checkbox"/> Collecte sélective <input type="checkbox"/> Étendre la consigne <input type="checkbox"/> Apport volontaire	<input checked="" type="checkbox"/> Collecte sélective <input checked="" type="checkbox"/> Étendre la consigne <input type="checkbox"/> Apport volontaire	<input checked="" type="checkbox"/> Collecte sélective <input type="checkbox"/> Étendre la consigne <input checked="" type="checkbox"/> Apport volontaire	<input checked="" type="checkbox"/> Collecte sélective <input checked="" type="checkbox"/> Étendre la consigne <input checked="" type="checkbox"/> Apport volontaire	<input type="checkbox"/> Collecte sélective <input checked="" type="checkbox"/> Étendre la consigne <input checked="" type="checkbox"/> Apport volontaire
Évaluation environnementale				
Critère 1 : Moyen Critère 2 : Moyen Critère 3 : Moyen	Critère 1 : Fort Critère 2 : Fort Critère 3 : Moyen	Critère 1 : Moyen Critère 2 : Moyen Critère 3 : Faible	Critère 1 : Fort Critère 2 : Fort Critère 3 : Fort	Critère 1 : Fort Critère 2 : Fort Critère 3 : Moyen
Évaluation sociale				
Critère 4 : Moyen Critère 5 : Fort Critère 6 : Faible	Critère 4 : Fort Critère 5 : Moyen Critère 6 : Moyen	Critère 4 : Moyen Critère 5 : Faible Critère 6 : Faible	Critère 4 : Fort Critère 5 : Moyen Critère 6 : Fort	Critère 4 : Moyen Critère 5 : Moyen Critère 6 : Moyen
Évaluation économique				
Critère 7 : Moyen Critère 8 : Fort Critère 9 : Fort	Critère 7 : Moyen Critère 8 : Faible Critère 9 : Faible	Critère 7 : Faible Critère 8 : Faible Critère 9 : Moyen	Critère 7 : Faible Critère 8 : Faible Critère 9 : Faible	Critère 7 : Faible Critère 8 : Moyen Critère 9 : Faible
2 - MARCHÉS VISÉS				
<input type="checkbox"/> Refonte de contenant <input type="checkbox"/> Laine de fibre de verre <input checked="" type="checkbox"/> Matériaux abrasifs <input checked="" type="checkbox"/> Agent de filtration <input type="checkbox"/> Utilisation en LET <input checked="" type="checkbox"/> Usages variés <input checked="" type="checkbox"/> Ajouts cimentaires <input checked="" type="checkbox"/> Agrégat dans le béton <input checked="" type="checkbox"/> Verre cellulaire <input checked="" type="checkbox"/> Additifs industriels	<input checked="" type="checkbox"/> Refonte de contenant <input checked="" type="checkbox"/> Laine de fibre de verre <input checked="" type="checkbox"/> Matériaux abrasifs <input checked="" type="checkbox"/> Agent de filtration <input type="checkbox"/> Utilisation en LET <input checked="" type="checkbox"/> Usages variés <input checked="" type="checkbox"/> Ajouts cimentaires <input checked="" type="checkbox"/> Agrégat dans le béton <input checked="" type="checkbox"/> Verre cellulaire <input checked="" type="checkbox"/> Additifs industriels	<input checked="" type="checkbox"/> Refonte de contenant <input checked="" type="checkbox"/> Laine de fibre de verre <input checked="" type="checkbox"/> Matériaux abrasifs <input checked="" type="checkbox"/> Agent de filtration <input type="checkbox"/> Utilisation en LET <input checked="" type="checkbox"/> Usages variés <input checked="" type="checkbox"/> Ajouts cimentaires <input checked="" type="checkbox"/> Agrégat dans le béton <input checked="" type="checkbox"/> Verre cellulaire <input checked="" type="checkbox"/> Additifs industriels	<input checked="" type="checkbox"/> Refonte de contenant <input checked="" type="checkbox"/> Laine de fibre de verre <input checked="" type="checkbox"/> Matériaux abrasifs <input checked="" type="checkbox"/> Agent de filtration <input type="checkbox"/> Utilisation en LET <input checked="" type="checkbox"/> Usages variés <input checked="" type="checkbox"/> Ajouts cimentaires <input checked="" type="checkbox"/> Agrégat dans le béton <input checked="" type="checkbox"/> Verre cellulaire <input checked="" type="checkbox"/> Additifs industriels	<input checked="" type="checkbox"/> Refonte de contenant <input checked="" type="checkbox"/> Laine de fibre de verre <input type="checkbox"/> Matériaux abrasifs <input type="checkbox"/> Agent de filtration <input type="checkbox"/> Utilisation en LET <input type="checkbox"/> Usages variés <input checked="" type="checkbox"/> Ajouts cimentaires <input checked="" type="checkbox"/> Agrégat dans le béton <input checked="" type="checkbox"/> Verre cellulaire <input checked="" type="checkbox"/> Additifs industriels
3 - POINTAGE				
20	19	13	20	18

Les cinq scénarios ont été évalués selon les neuf critères qui sont présentés à la section 4.1.2. Ils ont aussi été évalués par rapport aux débouchés accessibles par rapport à la qualité du verre obtenu.

Le premier scénario se démarque par sa simplicité. La collecte a l'avantage d'être connue par les citoyens et de représenter des coûts d'implantation très faible en comparaison aux autres options proposées. Son avantage du point de vue environnemental n'est toutefois pas aussi élevé que les autres scénarios. Il faudrait s'assurer que les nouveaux équipements atteignent les résultats espérés. En l'absence des résultats du projet pilote d'Éco Entreprises Québec, il demeure difficile de se prononcer sur la question.

Le deuxième scénario serait plus intéressant au point de vue environnemental, mais n'obtient pas une note finale aussi élevée que le statu quo à cause des investissements qui seraient nécessaires à la collecte et du travail supplémentaire qui serait exigé des citoyens. Ce scénario pourrait toutefois représenter une option avantageuse si l'on privilégie l'aspect environnemental du projet.

Le scénario 3 n'est pas réaliste à long terme pour la plupart des municipalités. Il est difficile de justifier le financement de deux systèmes ayant le même objectif. Il s'agirait davantage d'une situation de transition pour de petites municipalités qui souhaitent tester la réaction de leurs citoyens avant d'aller de l'avant avec un système où seul l'apport volontaire est disponible. L'apport volontaire serait plus difficile à implanter dans des milieux urbains denses où l'espace ne serait pas suffisant pour implanter des PAV.

Le scénario 4, qui comprend une combinaison des trois systèmes évalués, est le seul à obtenir une note finale équivalente au statu quo. Les avantages d'implanter des centres de dépôt pour le verre consigné sont assez élevés aux niveaux environnemental et social. Le scénario démontre cependant ses limites du point de vue économique. L'implantation et la gestion de ces centres de dépôt demanderaient un financement conséquent. On peut toutefois espérer que la meilleure qualité du verre permettrait de financer une partie de ce programme.

Le dernier scénario considérerait l'abandon de la collecte sélective. Cette option n'est pas particulièrement intéressante à court terme puisque les investissements seraient relativement importants sans obtenir les résultats des autres scénarios. Cette option risque fort de mener à une réduction considérable de la quantité de verre récupérée, et du verre pourrait continuer de se retrouver dans la collecte sélective à cause de l'habitude qu'ont les citoyens d'y déposer leurs contenants de verre. Ce scénario risquerait d'être difficile à vanter auprès de la population.

Comme discuté à la section 4.1.2, il a été décidé de ne pas pondérer les critères d'évaluation pour que chaque volet garde le même poids dans la décision finale. Il serait cependant possible de revoir les critères

de cette analyse sous un autre angle en décidant qu'un des trois volets devrait être mis de l'avant dans l'analyse. Un décideur pourrait effectivement estimer que l'impact environnemental du projet dépasse les considérations sociales et économiques. Cependant, le but de cet essai n'était pas de prioriser les enjeux. Cette analyse supplémentaire n'a donc pas été effectuée.

Il est important de rappeler que cette analyse ainsi que les résultats qui en découlent présentent certaines limites. Premièrement, cette analyse est basée majoritairement sur des informations incluses dans des rapports de diverses organisations qui sont disponibles en ligne. Certaines de ces organisations utilisent des approximations ou des méthodes de calculs qui n'ont pas été évaluées en détail dans le cadre de cet essai. Il a été estimé que ces valeurs représentaient au mieux la réalité. De plus, les années de référence ne sont pas identiques pour tous les territoires analysés. Dans tous les cas, ce sont les données les plus récentes qui ont été sélectionnées. Deuxièmement, l'essai s'est limité à un petit nombre de territoires. Ils ont toutefois été sélectionnés pour représenter un vaste éventail de possibilités. Le choix des territoires a été réalisé selon la disponibilité de l'information et la qualité des données qui étaient disponibles. Les territoires devaient aussi avoir suffisamment de documentation traduite en français ou en anglais.

Les conclusions de cet essai sont aussi limitées par la qualité des données concernant la récupération et le recyclage au Québec. Les données disponibles concernant le verre sont fragmentaires, dans le meilleur des cas. RECYC-QUÉBEC peut se vanter d'être plus transparent qu'une bonne partie des états évalués dans le cadre de cet essai, mais l'information que la société rend publique est loin d'être suffisante pour permettre aux citoyens et aux spécialistes de prendre des décisions adéquates. La situation concernant l'industrie du recyclage évolue rapidement, et les rapports disponibles ne représentent pas fidèlement la situation actuelle à cause de l'intervalle qui sépare chaque publication. Ces limites sont abordées dans le chapitre suivant qui énonce quelques recommandations.

5. RECOMMANDATIONS

Ce chapitre énonce quelques recommandations quant aux améliorations possibles pour consolider les liens entre les systèmes de collecte et les méthodes de traitement du verre. Les recommandations énoncent des pistes de solution pour permettre au Québec de se diriger progressivement vers les scénarios désignés dans l'analyse. Ces recommandations sont tirées des observations réalisées dans les chapitres deux et trois, ainsi que de l'analyse effectuée au chapitre quatre.

Pour en simplifier la lecture, elles sont classées en trois catégories : les recommandations technologiques, les recommandations réglementaires, et les recommandations financières. Les recommandations sont décrites brièvement pour en expliquer le raisonnement qui a mené à chacune d'entre elles. Lorsque nécessaire, la description inclut les systèmes parallèles qui devraient être mis en place.

5.1 Technologiques

Recommandation 1 : Améliorer la traçabilité des matières récupérées grâce à la collecte sélective.

Les entreprises qui exploitent des centres de tri devraient être tenues de publier périodiquement des données sur la provenance et l'usage des matières qui sont traitées dans leur centre. Il est essentiel pour les gestionnaires québécois de savoir exactement le tonnage qui arrive au centre de tri, et le tonnage de chaque type de matière qui en sort. Les centres de tri devraient être en mesure de fournir de l'information sur le transit de matières à chaque fois que ces informations sont demandées.

Recommandation 2 : Démarrer dès que possible un projet pilote d'apport volontaire à grande échelle.

Cet essai démontre que les territoires où la collecte est la plus efficace sont ceux où une quantité importante de verre est récupérée grâce à un système de collecte spécifique pour le verre. Il est donc essentiel d'évaluer la possibilité de mettre en place des points d'apport volontaires pour le verre. Heureusement, plusieurs municipalités québécoises semblent déjà se diriger dans cette voie. C'est cependant un système qui risque de s'avérer complexe à implanter pour les grands centres urbains. Ces milieux plus denses pourraient considérer la possibilité de créer des centres de dépôt, soit des lieux semblables aux écocentres, où la réception, la manutention, et le tri des contenants de verre seraient réalisés par des employés dédiés. Ce type d'apport volontaire serait une option intéressante à combiner avec une consigne étendue, si le gouvernement québécois décidait d'aller dans cette direction.

5.2 Règlementaires

Recommandation 3 : Rendre publics les usages finaux du verre pour permettre aux citoyens de connaître comment sont recyclées leurs matières.

Pour assurer que les améliorations apportées au système de recyclage du verre québécois portent fruit, il est essentiel que les usages finaux du verre récupéré soient publiés dans les rapports de RECYC-QUÉBEC. C'est aussi une mesure essentielle pour assurer la confiance du public dans notre système de recyclage. Lorsque des acteurs du système affirment que le verre utilisé qui est utilisé comme matériau de recouvrement est recyclé, cela mine la confiance de la population et risque de diminuer la participation à la collecte sélective à long terme. Ce système devrait permettre une mise à jour en temps réel des usages pour lesquels nos matières recyclables sont revendues. Le marché change constamment et il n'est pas réaliste de prendre des décisions en se basant sur des données vieillies de plusieurs années.

Recommandation 4 : Étudier sérieusement la possibilité d'étendre la consigne à de nouveaux types de contenants de verre.

Un système de recyclage qui permet des usages à haute valeur ajoutée doit passer par un meilleur tri du verre à la source. La consigne est un système efficace qui permet d'obtenir du verre de meilleure qualité. Le fait que nos producteurs de verre québécois doivent s'approvisionner en verre à l'extérieur de la province en dit long sur le système de récupération que le Québec a privilégié jusqu'à maintenant. Le support populaire est aussi présent pour la consigne, ce qui démontre que son élargissement aurait de bonnes chances de remporter du succès. Il faut toutefois être réaliste et considérer la possibilité de désigner des lieux pour ramener la consigne en dehors du réseau de détaillants actuels. En considérant la quantité de verre qui pourrait être concerné par cette nouvelle consigne, les détaillants ont raison d'affirmer que le réseau actuel n'est pas approprié pour les quantités qu'ils devraient réceptionner.

Recommandation 5 : Adopter des réglementations qui encouragent l'utilisation de verre recyclé dans les marchés qui sont considérés à haute valeur ajoutée.

L'industrie québécoise, ainsi que l'industrie nord-américaine en général, est en retard à plusieurs niveaux en ce qui concerne les débouchés possibles pour le verre. Des marchés comme les ajouts cimentaires et le verre cellulaire sont très peu mis en valeur au Québec. Il est important que les réglementations qui les concernent soient mises à jour pour favoriser leur utilisation. Le code du bâtiment pourrait par exemple favoriser l'usage de matériaux créés à partir de verre recyclé. Les détaillants de produits emballés en verre devraient aussi légalement obliger de fournir des produits contenant du verre recyclé.

5.3 Financières

Recommandation 6 : Permettre aux centres de tri qui atteignent des cibles d'efficacité de tri prédéterminées d'obtenir des rabais sur l'enfouissement des déchets issus des procédés de tri.

Les rapports concernant les centres de tri québécois expliquent aussi que plusieurs de ces centres doivent déboursier des montants importants pour financer l'enfouissement des matières non recyclables qui sont envoyées dans les centres de tri. Il faudrait permettre aux centres de tri de réduire ces frais sans toutefois les encourager à recourir plus que nécessaire à l'enfouissement. Pour ce faire, il serait possible d'offrir des rabais à l'enfouissement pour les centres de tri qui atteignent des cibles d'efficacité de qualité. Ce modèle aurait comme avantage d'encourager l'innovation tout en permettant aux centres de tri de réinvestir l'argent économisé dans leurs équipements.

CONCLUSION

Le Québec, au même titre que plusieurs autres états à travers le monde, doit présentement faire face à l'évidence que son système de collecte et de traitement du verre n'est pas suffisamment performant. À l'avant-plan de ce phénomène se trouve notre mode de gestion du verre, qui représente depuis plusieurs années un obstacle à la performance environnementale et économique de nos centres de tri. Pour s'attaquer au problème, de nouvelles techniques ont été mises de l'avant. Une mise à jour technologique des centres de tri québécois pourrait permettre d'améliorer considérablement les débouchés pour le verre recyclé au Québec. Cette technologie n'adresse toutefois pas tous les enjeux liés à la collecte et au traitement du verre. La gestion de ce matériau demeure un problème complexe pour lequel il n'existe pas de solution unique.

L'objectif de cet essai était donc d'évaluer les différents systèmes de collecte et de traitement du verre, et de formuler des recommandations quant à leur efficacité au Québec. À cette fin, trois sous objectifs étaient établis. Premièrement, identifier les différents modes de collecte et leurs effets sur la qualité du verre récupéré. Deuxièmement, identifier les usages actuels et les usages potentiels du verre recyclé. Troisièmement, évaluer la possibilité d'implanter de nouveaux modes de collecte. Les deux premiers sous-objectifs ont été atteints grâce à la réalisation d'une revue de littérature. Cet essai démontre toutefois l'information disponible sur le recyclage est fragmentaire dans le meilleur des cas. Et ce n'est pas une situation qui se limite au Québec. L'information retenue a toutefois permis de mettre en place une analyse suffisamment structurée pour atteindre le troisième objectif et en tirer des recommandations.

Dans le cadre de cet essai, un portrait de la gestion du verre au Québec a été dressé pour permettre de bien cerner les enjeux. À ces fins, le premier chapitre aborde trois aspects majeurs, soit la réglementation québécoise sur la gestion des matières résiduelles, l'évolution des méthodes de collecte au Québec, et la situation économique nos centres de tri. Ce chapitre a permis de garder en tête les spécificités du Québec lors de l'analyse.

Le second chapitre porte sur les systèmes de collecte dans cinq territoires qui ont adopté différentes méthodes de collecte du verre. Ces endroits ont été sélectionnés pour permettre de dresser un portrait des options qui s'offrent au Québec. Les territoires décrits passent de l'Australie, qui peine énormément à valoriser son verre, à l'Allemagne, qui est décrite comme un champion dans le domaine. Selon les observations, les pays qui adoptent la collecte sélective éprouvent fréquemment des problèmes de débouchés au niveau du verre, tandis que la consigne et l'apport volontaires permettent d'obtenir des résultats encourageants.

Le troisième chapitre portait sur les débouchés possibles pour le verre récupéré au Québec. Une section porte sur les marchés conventionnels pour les centres de tri alors qu'une deuxième section aborde les marchés émergents qui mériteraient d'être explorés davantage. Ce chapitre permet d'observer que les marchés potentiels pour le verre sont nombreux, et que plusieurs d'entre eux possèdent des avantages à la fois économiques et environnementaux. Certains de ces marchés avantageux pourraient aussi être accessibles au verre issu de la collecte sélective, ce qui veut dire que ce mode de collecte ne représente pas nécessairement un frein à l'environnement. Des marchés intéressants se limitent toutefois à du verre qui est trié à la source, ce qui limite les possibilités pour le verre issu de la collecte sélective.

Le quatrième chapitre analyse cinq scénarios qui combinent les modes de collecte décrite précédemment. Le maintien de la collecte sélective ainsi que la création de centres de dépôt qui combinerait la consigne et l'apport volontaire obtiennent les meilleurs pointages. Ces résultats sont toutefois dépendants de la technologie de micronisation dont les résultats se font encore attendre. Si on observe les critères d'analyse séparément pour chaque sphère du développement durable, on réalise qu'il serait intéressant de se diriger progressivement vers de nouveaux modes de collecte, et de réduire notre recours à la collecte sélective.

Un dernier chapitre vient poser quelques recommandations générales qui permettraient d'améliorer la situation du recyclage du verre au Québec. Cet essai ne porte pas de recommandations finales quant au mode de collecte qui devrait être privilégié. Chacun des scénarios évalués apporte son lot de solutions qui pourraient être mises en place. Il est essentiel de modifier notre approche de la gestion du verre si l'on considère les enjeux environnementaux qui se présentent à nous. De plus en plus de citoyens et de scientifiques prônent l'abandon rapide des emballages plastiques puisque ceux-ci représentent un danger important pour l'environnement. On pourrait donc observer un retour à des matériaux qui sont considérés plus naturels, comme le verre. Le verre crée cependant ses propres problématiques environnementales. Il est donc important de mettre en place un système de collecte et de traitement du verre efficace si l'on veut adresser notre dépendance aux emballages plastiques.

LISTE DES RÉFÉRENCES

- ADEME. (2016). Collecte en apport volontaire. Repéré à : <https://www.ademe.fr/expertises/dechets/quoi-parle-t/prevention-gestion-dechets/dossier/collecte/collecte-apport-volontaire>
- ADEME. (2017). *Bilan national du recyclage 2005-2014*. Repéré à : https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/bilan-national-recyclage-bnr_2005-2014_201705_rapport-final.pdf
- Alarie, M.-E. B. (2019, 6 février). UQTR: un nouveau conteneur dédié à la récupération du verre. *L'Hebdo Journal*. Repéré à : <https://www.lhebdojournal.com/uqtr-un-nouveau-conteneur-dedie-a-la-recuperation-du-verre/>
- Attila, Y., Guden, M., et Tasdermici, A. (2013). Foam glass processing using a polishing glass powder residue. *Ceramics International*, 39(2013), 5869–5877.
- BBC. (2013, 21 novembre). Glass bottles to make water filtration systems in Midlothian. Repéré à : <https://www.bbc.com/news/uk-scotland-edinburgh-east-fife-25038902>
- Birkenstock, G. (2013, 15 juillet). German Green Dot recycling system under threat. *Deutsche Welle*. Repéré à : <https://www.dw.com/en/german-green-dot-recycling-system-under-threat/a-16939098>
- Boisselle, N. (2011). La récupération au Québec : diagnostic, comparaison avec la récupération en Europe et recommandations. Essai de maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 74 p.
- Borde, V. (2008, 19 août). La grande illusion du recyclage. *L'Actualité*. Repéré à <http://lactualite.com/sante-et-science/2008/08/19/la-grande-illusion-du-recyclage/>
- Butler, J. H. et Hooper, P. (2011). Glass Waste. Dans Letcher, T. et and Vallero, D. (dir.), *Waste: A Handbook for Management* (Pages 151-165). Academic Press.
- CBC. (2018, 12 janvier). Recycling programs in Ontario heading for slow overhaul. *CBC.ca*. Repéré à : <https://www.cbc.ca/news/canada/ottawa/recycling-ontario-overhaul-environmental-commissioner-1.4471023>
- Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ). (2008). *Diagnostic des centres de tri québécois. In RECYC-QUÉBEC. Centre de documentation*. Repéré à : <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/diagnostic-centres-tri-2008.pdf>
- Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ). (2013). *Étude d'impact de la présence du verre, des sacs en plastique et des plastiques émergents dans la collecte sélective au Québec – Phase II*. Repéré à https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/Etude-impact-matieres-CRIQ-sommaire_executif.pdf

- Cercle National du Recyclage. (2016). *Vade Mecum - Guide de l' élu en charge des déchets - Édition 2016*. Repéré à : <https://www.cercle-recyclage.asso.fr/mediatheque/publications-de-l-association/guide.html>
- Chamard, J.-L. et Méthot, J. (s. d.). *50 ans au service de la gestion des matières résiduelles*. Repéré à : <http://www.reseau-environnement.com/wpcontent/uploads/2016/04/Dossier-MR.pdf>
- Charbonneau, H. (2017). Conteneurs semi-enfouis - L'expérience de Vaudreuil-Dorion. *Vecteur Environnement*, 47(5), 22-24.
- Chevalier, N. (2018). *Vers des options de recyclage de résidus de verre plus performantes : le Québec saura-t-il implanter une gestion plus durable du verre? (Essai de maîtrise)*. Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 141 p.
- Clarissa Morawski. (2010) WHO PAYS WHAT: An Analysis of Beverage Container Recovery and Costs in Canada. Repéré à : https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/waste-management/recycling/recycle/rel-res/who_pays_what.pdf
- C.M. Consulting. (2014). *Who pays what: An analysis of beverage container collection and costs in Canada*. Repéré à <http://www.cmconsultinginc.com/wp-content/uploads/2014/07/WPW2014.pdf>
- C.M. Consulting. (2016). *Deposit systems for one-way beverage containers: Global Overview*. Repéré à <http://www.cmconsultinginc.com/wp-content/uploads/2017/05/BOOK-Deposit-Global-24May2017-for-Website.pdf>
- Commission de la santé et de la sécurité du travail. (1996). Le décapage au jet abrasif. Repéré à : https://www.cnesst.gouv.qc.ca/publications/200/Documents/dc_200_16191v%C3%A9rifier.pdf
- Commonwealth of Australia. (2018). *Report - The Waste and Recycling Industry in Australia*. Repéré à : https://www.aph.gov.au/Parliamentary_Business/Committees/Senate/Environment_and_Communications/WasteandRecycling/Report
- Communauté métropolitaine de Montréal. (2019, 22 janvier). Consigne du verre : la Commission de l'environnement de la CMM poursuit ses travaux. Repéré à : <http://cmm.qc.ca/actualites/derniere-nouvelle/consigne-du-verre-la-commission-de-lenvironnement-de-la-cmm-poursuit-ses-travaux-6681/>
- Côté, C. (2013, 27 avril). La principale usine du Québec ferme ses portes. *LaPresse*. Repéré à : http://plus.lapresse.ca/screens/43ea-57b8-517aa8fb-ac02-6435ac1c606a__7C__0.html
- Côté, C. (2014, 28 octobre). Un grand fabricant de bouteilles fustige la piètre performance du Québec. *LaPresse*. Repéré à : http://plus.lapresse.ca/screens/95b58523-c00a-42ea-99fe-ddf61ebdf068__7C__uz5JH_~6QFSH.html

- Couture, P. (2018, 25 mai). La SAQ prête à se plier à une consigne si Québec l'impose. *TVA Nouvelles*. Repéré à : <https://www.tvanouvelles.ca/2018/05/25/la-saq-prete-a-se-plier-a-une-consigne-si-quebec-limpose-1>
- CREATE. (2015). Étude comparative des systèmes de récupération des contenants de boisson au Québec. Repéré à : http://www.environnement.gouv.qc.ca/matieres/valorisation/rapport_final-create.pdf
- Damgé, M. (2017, 15 novembre). Recyclage : comment la consigne a disparu en France. *Le Monde*. Repéré à : https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2017/11/15/recyclage-comment-la-consigne-a-disparu-en-france_5215413_4355770.html
- Deborde, J. (2018, 6 février). Vers un retour de la consigne sur les emballages? *Libération*. Repéré à : https://www.liberation.fr/france/2018/02/06/vers-un-retour-de-la-consigne-sur-les-emballages_1627827
- Deloitte. (2018). *Étude sur les dépôts volontaires de verre : Rapport final présenté à Recyc-Québec*. Repéré à : <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/etude-depots-volontaires-verre-rapport-complet.pdf>
- Department of Environment and Energy. (2013). *Topics - Environment protection - Waste and resource recovery - National Waste Reports - National Waste Report 2013 - Policies and governance for waste*. Repéré à : <http://www.environment.gov.au/protection/waste-resource-recovery/national-waste-reports/national-waste-report-2013/policies-and-governance>
- Department of the Environment and Energy. (2016). *Australian National Waste Report 2016*. Repéré à : <http://www.environment.gov.au/system/files/resources/d075c9bc-45b3-4ac0-a8f2-6494c7d1fa0d/files/national-waste-report-2016.pdf>
- Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts. (2009). *National Waste Policy: Less Waste, More Resources*. Repéré à : <http://www.nepc.gov.au/system/files/resources/906a04da-bad6-c554-1d0d-45216011370d/files/wastemgt-rpt-national-waste-policy-framework-less-waste-more-resources-print-ver-200911.pdf>
- Der Grüne Punkt. (s. d.). The new German Packaging Act is here – and it's particularly important for online retailers. Repéré à : <https://www.gruener-punkt.de/en/services/packaging/german-packaging-act.html>
- Desmarais, A. (2016, 9 juillet). Consigne des bouteilles de vin et du verre : les Métallos se mobilisent. *Radio-Canada*. Repéré à : <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/791911/bouteilles-vin-contenants-verre-recyclage-consigne-syndicat-metallos-journee-mobilisation-action-saq>
- Downes, J. (2018, 26 avril). China's recycling 'ban' throws Australia into a very messy waste crisis. *The Conversation*. Repéré à : <https://theconversation.com/chinas-recycling-ban-throws-australia-into-a-very-messy-waste-crisis-95522>

- Downes, J. (2017, 27 mars). Recycling can be confusing, but it's getting simpler. *SBS.com*. Repéré à : <https://www.sbs.com.au/topics/life/culture/article/2017/03/27/recycling-can-be-confusing-its-getting-simpler>
- Eco-Emballages. (2016). *Les dispositifs de collecte en France*. Repéré à : <http://www.ecoemballages.fr/sites/default/files/files/Dispositifs%20de%20collecte.pdf>
- Éco Entreprises Québec. (2018). http://www.eeq.ca/rapportannuel2017/img/EEQ-RA2017_FR.pdf
- Éco Entreprises Québec. (s. d. a). Fiche d'information – Plan Verre l'innovation : une nouvelle ère pour le recyclage du verre. <http://www.eeq.ca/le-bac-de-recuperation-un-modele-deconomie-circulaire/initiatives/plan-verre-linnovation/>
- Éco Entreprises Québec. (s. d. b). *Fiche d'information - Les écomatériaux intégrant du verre de la collecte sélective*. Repéré à : http://www.eeq.ca/wp-content/uploads/pvi_fiche_debouches_vff.pdf
- Éco Entreprises Québec. (s. d. c). *Fiche d'information – Les abrasifs : Une 2^e vie pour le verre issu de la collecte sélective – Le marché du verre abrasif*. Repéré à : http://www.eeq.ca/wp-content/uploads/pvi_fiche_abrasifs_vff.pdf
- Environment Protection Authority - South Australia. (s. d.). Environmental info – Container Deposit. Repéré à : https://www.epa.sa.gov.au/environmental_info/container_deposit
- Encorp Pacific. (2018). 2017 Annual Rapport. Repéré à : <https://www.return-it.ca/ar2017/pdf/AnnualReport.pdf>
- ENvironnement JEUnesse. (2019, 23 janvier). Pour un vrai recyclage du verre au Québec. Repéré à : <https://enjeu.qc.ca/vrai-recyclage-verre-quebec/>
- Enviros Consulting Ltd. (2003). *Glass recycling : Life cycle carbon dioxide emissions*. Repéré à http://www.packagingfedn.co.uk/images/reports/Enviros_Report.pdf
- European insulation Manufacturers Association (Eurima). (s. d.). Lyfe Cycle Analysis. Repéré à : <https://www.eurima.org/sustainable-construction/life-cycle-analysis.html>
- Eurostat. (s. d.). Recycling rate of municipal waste. Repéré à : https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=t2020_rt120
- Fédération de l'Industrie du Verre. (2013). *Un autre regard sur la durabilité du verre*. Repéré à : http://www.vgi-fiv.be/wp-content/uploads/2013/10/FIV-Bro_Durabilite-FR_2013-web-min.pdf
- Fédération Professionnelle des Entreprises du Recyclage. (2017). *Évaluation environnementale du recyclage en France selon la méthodologie de l'analyse de cycle de vie*. Repéré à : <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-28012-etude-federec-bilan-recyclage-france.pdf>
- Fishbein, B. K. (1994). *Germany, Garbage and the Green Dot: Challenging a Throwaway Society*. United States Environmental Protection Agency. New York, NY.

- Fortier, R. (s. d.). Le verre cellulaire – Coup d’œil sur un matériau granulaire fabriqué à partir de bouteilles de verre recyclées issues de la collecte sélective. *Voirvert.ca*. Repéré à : <http://www.voirvert.ca/nouvelles/innovation/le-verre-cellulaire>
- Front commun québécois pour une gestion écologique des déchets (FCQGED). (2009). *Crise du recyclage : causes et pistes de solutions*. Repéré à : http://www.fcqged.org/wp-content/uploads/2017/05/causes_et_solutions.pdf
- Front commun québécois pour une gestion écologique des déchets (FCQGED). (2016). *Modernisation de la consigne : Il est temps d’aller de l’avant*. Repéré à http://www.fcqged.org/wp-content/uploads/2017/05/Modernisation_de_la_consigne_allons_de_l_avant.pdf
- Gagnon, J.-F. (2019, 6 février). Un conteneur pour le verre à Magog? *La Tribune*. Repéré à <https://www.latribune.ca/actualites/estrie-et-regions/un-conteneur-pour-le-verre-a-magog-860055f3b10b20a722a6f6975bc76a5e>
- Gaia Environnement. (2007). *Étude de scénarios de récupération des matières recyclables en aires publiques*. Repéré à : https://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/ENVIRO_FR/MEDIA/DOCUMENTS/5.etude_sce_narios_recuperation_mat_recyclable_1.PDF
- Genois Gagnon, J.-M. (2015, 29 mai). Consigne des bouteilles: la SAQ ne veut pas plier devant la pression. *Le Soleil*. Repéré à : <https://www.lesoleil.com/affaires/consigne-des-bouteilles-la-saq-ne-veut-pas-plier-devant-la-pression-b0f9d686244d7878da33c2519e4f54ac>
- Gitlitz J. (2013). *Bottled up: beverage container recycling stagnates*. Container Recycling Institute. Culver City, Californie.
- Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat. (2006). *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre - Volume 3 : Procédés industriels et utilisation des produits*. Repéré à : https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/pdf/3_Volume3/V3_2_Ch2_Mineral_Industry.pdf
- Guillet, J.-F. (2019, 1er février). Recyclage du verre: Bromont emboîte le pas. *La voix de l’est*. Repéré à : <https://www.lavoixdelest.ca/actualites/recyclage-du-verre-bromont-emboite-le-pas-849e03e93c13f06e7478a04cd4887e1b>
- Idir R., Cyr M., Tagnit-Hamou A. (2010). Peut-on valoriser massivement le verre dans les bétons ? Étude des propriétés des bétons de verre. *Verre*, vol 16 no.5/6, 70-77
- INFOSuroit. (2012, 20 novembre). *Bac de récupération – Fini le tri plastique et papier*. Repéré à : <https://www.infosuroit.com/bac-de-recuperation-fini-le-tri-plastique-et-papier/>
- Lakov, L., Jivov, B., Aleksandrova, M., Ivanova, Y. et Toncheva, K. (2018). An Innovative Composite Material Based On Sintered Glass Foam Granules. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 53(6), 1081-1086.

- Lambert, J. (2019, 1er février). Sorel Tracy veut mettre en place un projet-pilote de récupération de verre recyclé. Les 2 rives.com. Repéré à : <https://www.les2rives.com/sorel-tracy-veut-mettre-en-place-un-projet-pilote-de-recuperation-de-verre-recycle/>
- Laroche Paquet, R. (2015). *Optimiser la récupération, le tri et la commercialisation des matières recyclables au Québec*. Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 77 p.
- Le Figaro. (2018, 14 février). 2017, année record pour les exportations de vins et spiritueux français. *Le Figaro.fr*. Repéré à : <http://www.lefigaro.fr/conjoncture/2018/02/14/20002-20180214ARTFIG00149-2017-annee-record-pour-l-exportation-des-vins-et-spiritueux-francais.php>
- Ligue contre le cancer. (2015). *Le recyclage du verre*. Repéré à : https://www.ligue-cancer.net/article/28321_le-recyclage-du-verre
- Loi sur la qualité de l'environnement, RLRQ, c. Q-2.*
- Loi sur la Société québécoise de récupération et de recyclage, L.R.Q., chapitre S-22.01*
- Loi sur le développement durable, RLRQ, c. D-8.1.1*
- McDonough, W. et Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press, ed. pp. 56–57.
- Ménard, K. (2009). Un regard sur la Politique québécoise de gestion des matières résiduelles 1998-2008. Dans M. Fahmy (dir.), *L'État du Québec 2009* (p. 239-244). Montréal, Québec : Éditions Fides.
- Messih, S. (2010) Les conteneurs semi-enfouis, de plus en plus populaires au Québec! *Vecteur Environnement*, vol. Septembre 2010, p.26-28.
- Métro. (2019. 22 janvier). Consigne sur le verre: la position de la CMM jugée « prématurée ». *Journalmetro.com*. Repéré à : <https://journalmetro.com/actualites/montreal/2069662/consigne-sur-le-verre-la-position-de-la-cmm-juguee-prematuree/>
- Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. (2014). *Programme national de prévention des déchets 2014-2020*. Repéré à : https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Programme_national_prevention_dechets_2014-2020.pdf
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la lutte aux changements climatiques (MDDELCC). (2002). Résumé de la Politique québécoise de gestion des matières résiduelles 1998-2008. Repéré à : http://www.environnement.gouv.qc.ca/matieres/mat_res/resume/index.htm
- Molok North America Ltd. (s. d.). Molok North America - Accueil. Repéré à : <http://www.molokna.com/fr/accueil/>
- Olivier, M. (2016). *Matières résiduelles et 3RV-E : Bâtir l'économie circulaire* (2^e éd.). Saint-Robert, Québec : Lab Éditions.

- Oltermann, P. (2018, 30 mars). Has Germany hit the jackpot of recycling? The jury's still out. *The Guardian*. Repéré à : <https://www.theguardian.com/world/2018/mar/30/has-germany-hit-the-jackpot-of-recycling-the-jurys-still-out>
- Ouellette Vézina, H. (2019, 18 janvier). La CMM veut « élargir » la consigne sur le verre. *Journal Métro*. Repéré à : <https://journalmetro.com/actualites/montreal/2057119/la-cmm-veut-elargir-la-consigne-sur-le-verre/>
- Owens-Illinois Inc. (2015, 13 avril). Un fabricant d'emballages en verre au Québec accueille favorablement une étude confirmant les avantages du recyclage des bouteilles dans la province. Repéré à : <https://www.newswire.ca/fr/news-releases/un-fabricant-demballages-en-verre-au-quebec-accueille-favorablement-une-etude-confirmant-les-avantages-du-recyclage-des-bouteilles-dans-la-province-517438691.html>
- Parlement européen. (1994). Directive 94/62/CE du Parlement européen et du Conseil, du 20 décembre 1994, relative aux emballages et aux déchets d'emballages. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=CELEX%3A31994L0062>
- Parlement européen. (1985). Directive 85/339/CEE du Conseil du 27 juin 1985 concernant les emballages pour liquides alimentaires. Repéré à : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=CELEX:31985L0339>
- Porter, I. (2017, 2 juin). Recyclage du verre: une affaire réglée? *Le Devoir*. Repéré à : <https://www.ledevoir.com/politique/quebec/500288/titre-recyclage-du-verre-une-affaire-reglee>
- Quantis. (2015). Analyse environnementale du cycle de vie de projets de commercialisation du verre mixte récupéré via des centres de tri de matières recyclables au Québec : Mesurer la performance environnementale des filières de gestion de fin de vie du verre récupéré au Québec. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/acv-projet-commercialisation-verre-recupere-rapport-complet.pdf>
- Radio-Canada. (2018, 10 juin). Une Charte du plastique qui ne plaît pas à tous. Repéré à : <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1106170/g7-environmentalistes-greenpeace-charte-plastique>
- Recycle BC. (2018). *Annual Report 2017*. Repéré à : <https://recyclebc.ca/wp-content/uploads/2018/07/RecycleBCAR2017-June292018.pdf>
- Recycle BC. (s. d.). *Recycling at home - Recycling collection*. Repéré à : <https://recyclebc.ca/recycling-at-home/recycling-collection/>
- Recycling Council of British Columbia. (s. d.). *RCBC Five-Year Strategic Plan 2013 – 2018*. Repéré à : https://www.rcbc.ca/files/u7/rcbc_130518_RCBCStrategicPlan1318.pdf
- RECYC-QUÉBEC. (s. d.). Indice du prix des matières. Repéré à : <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/municipalites/collecte-selective-municipale/indice-prix-matieres>

- RECYC-QUÉBEC. (2006). Guide sur la collecte sélective des matières recyclables. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/guide-coll-select-mat-recyc-synth.pdf>
- RECYC-QUÉBEC. (2009). Bilan 2008 de la gestion des matières résiduelles au Québec. Repéré à : <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2008.pdf>
- RECYC-QUÉBEC. (2015). Récupération, recyclage et valorisation du verre : le statu quo n'est plus une option. <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/haut-de-page/salle-de-presse/archives-presse/2015-recuperation-verre>
- RECYC-QUÉBEC. (2017). Bilan 2015 de la gestion des matières résiduelles au Québec. Repéré à : <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2015.pdf>
- RECYC-QUÉBEC. (2018a) Fiche d'information - Système de consignment. <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/Fiche-info-consigne.pdf>
- RECYC-QUÉBEC. (2018b) *Statistiques de ventes et de récupération des contenants consignés*. Repéré à : <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/statistiques-ventes-recuperation-cru.pdf>
- Scout Environmental Inc. (2017). Measuring Recycling in Ontario: An examination of the definition of recycling and defining system performance. Repéré à : http://thecif.ca/wp-content/uploads/2016/09/995_Definition_of_Recycling_Report.pdf
- Société des alcools du Québec. (s. d.). Une seconde vie pour le verre – Recherche et développement sur la valorisation du verre. Repéré à : <https://www.saq.com/content/SAQ/fr/a-propos/responsabilite-societale-saq/environnement/seconde-vie-verre.html>
- Soliman, N.A., et Tagnit-Hamou, A. (2016). Development of ultra-high-performance concrete using glass powder - Towards ecofriendly concrete. *Construction and Building Materials*, vol 125(2016), 600-612
- Spiridonov, Y. A., et Orlova, L. A. (2003). Problems of Foam Glass Production. *Glass and Ceramics*, 60(9), 313-314.
- Statistiques Canada. (2012a). Table 15.6 – Land and freshwater area, by province and territory. Repéré à : <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-402-x/2012000/chap/geo/tbl/tbl06-eng.htm>
- Statistiques Canada. (2012b). Table 15.7 – Population, land area and freshwater area of OECD countries. Repéré à : <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-402-x/2012000/chap/geo/tbl/tbl07-eng.htm>
- Statistiques Canada. (2018). Canada at a Glance 2018 – Population – Table 1 – Population estimates. Repéré à : <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/12-581-x/2018000/pop-eng.htm>
- Stewardship Ontario. (2017a). *2016 Annual Report*. Repéré à : http://stewardshipontario.ca/wp-content/uploads/2017/06/2016_SO_AnnualReport.pdf

- Stewardship Ontario. (2017b). *Blue Box Program – Draft for Consultation, December 2017*. Repéré à : <http://stewardshipontario.ca/wp-content/uploads/2017/12/DRAFT-for-Consultation-Amended-Blue-Box-Program-Plan.pdf>
- Stewardship Ontario. (s. d.) *About us*. Repéré à : <http://stewardshipontario.ca/about-us/>
- Stewardship Ontario. (s. d.) *The Story of the Ontario's Blue Box*. Repéré à : <http://stewardshipontario.ca/wp-content/uploads/2013/02/Blue-Box-History-eBook-FINAL-022513.pdf>
- The Beer Store*. (2018). *Stewardship Report 2017*. Repéré à : <http://www.thebeerstore.ca/sites/default/files/widget/right/Stewardship%20Report%202017.pdf>
- Tricentris. (s. d.). ARROX Filtration. Repéré à : <https://www.tricentris.com/verre-recycle/arrox-filtration/>
- Tricentris. (2019, 29 janvier). Les centres de tri disent non à la consigne du verre. Repéré à : <https://www.tricentris.com/les-centres-de-tri-disent-non-a-la-consigne-du-verre/>
- Vellini, M. et Savioli, M. (2008). Energy and environmental analysis of glass container production and recycling. *Energy*, 34(12), 2137-2143
- Verglass. (s. d.). Miraglass : des propriétés spécifiques. Repéré à <http://produitsverglass.ca/miraglass-applications/>
- Verre Avenir. (2012). Le recyclage du verre – Les bonnes pratiques pour un recyclage réussi. Repéré à : http://www.ecoemballages.fr/sites/default/files/files/etudes/2012_enseignements_qualite_verre.pdf
- Ville de Longueuil. (2011, 18 mai). Entente entre la Ville de Longueuil et Klareco (Unical). Repéré à : <https://www.longueuil.quebec/fr/node/22383>
- Zhang, H., Ma, S., et Wu, Y. (2011). Heat-insulating Materials and Sound-absorbing Materials. Dans H. Zhang, S. Ma, et Y. Wu (dir.), *Building materials in civil engineering* (1ere édition, p. 304-423). Cambridge, England: Woodhead Publishing.
- Zhou, N. (2018, 3 juillet). Is this the end of the yellow all-in-one recycling bin? *The Guardian*. Repéré à : <https://www.theguardian.com/environment/2018/jul/04/is-this-the-end-of-the-yellow-all-in-one-recycling-bin>

BILBIOGRAPHIE

- Amlashi, S.M.H., Vaillancourt, M. et Carter, A. (2015). *Current State of the Art Practice of Use of Glass in Pavement Structures*. Repéré à : <http://conf.tac-atc.ca/english/annualconference/tac2015/s4/mohsenian.pdf>
- Chaput, N. (2015). La gestion des matières résiduelles dans les milieux densément peuplés. Essai de maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 93 p.
- Fédération Européenne du Verre d'Emballage (FEVE). *Good Practices in collection and closed-loop glass recycling in Europe*. Repéré à : http://www.acrplus.org/images/technical-reports/ACR2012_Good-Practices-in-collection-and-closed-loop-glass-recycling-in-Europe-REPORT_ACR_FEVE_TOC.pdf
- Ferrera, I. et Missios, P. (2004). Recycling and Waste Diversion Effectiveness: Evidence from Canada. *Environmental & Resource Economics*, 30, 221–238
- Lakhan, C. (2015). Diversion, but at what cost? The economic challenges of recycling in Ontario. *Resources, Conservation and Recycling*, 95, 133–142.
- Seyring, N., Dollhofer, M., Weißenbacher, J., Herczeg, M., McKinnon, D. et I. Bakas. (2015). Assessment of separate collection schemes in the 28 capitals of the EU. Brussels: European Commission.
- Ville de Montréal. (2007). *Étude sur les modes, outils et choix technologiques pour les collectes sélectives des matières résiduelles applicables au territoire de l'Agglomération de Montréal*. Repéré à : https://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/ENVIRO_FR/MEDIA/DOCUMENTS/4.etude_mo_des_choix_technologiques_1.PDF

ANNEXE 1 – CALCUL DES QUANTITÉS DE VERRE TRAITÉ AU QUÉBEC

1. Quantité de verre acheminé aux fins de recyclage provenant de la collecte sélective municipale

La quantité de verre envoyé aux centres de tri québécois est spécifiée dans le Bilan 2015 de la gestion des matières résiduelles au Québec (RECYC-QUÉBEC, 2017). Selon le rapport, la quantité de verre aurait diminué de 2 % par rapport au 159 000 tonnes de 2012. Cette différence a été évaluée dans l'Étude de caractérisation du secteur résidentiel pour l'année 2015, mais le rapport n'a jamais été publié.

$$159\,000 * 0.98 = 155\,822 \text{ tonnes de verre}$$

2. Quantité totale de verre géré par les ménages

La quantité de verre totale générée par les ménages québécois provient de la Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel 2012-2013 (RECYC-QUÉBEC, 2015). Elle exclut le verre récupéré grâce à la consigne, mais inclut le verre consigné qui est déposé dans la collecte sélective. On estime que la différence de verre généré entre 2012 et 2015 est similaire à la différence du verre atteignant les centres de tri.

$$192\,000 * 0.98 = 188\,160 \text{ tonnes de verre}$$

3. Quantité de verre consigné dans la collecte sélective

La Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel 2012-2013 précise que 8 233 tonnes et 1 609 tonnes de verre consigné ont été déposés dans la collecte des matières recyclables (RECYC-QUÉBEC, 2015, p. 40).

$$8\,223 + 1\,609 = 9\,832 \text{ tonnes de verre}$$

$$9\,832 * 0.98 = 9\,635 \text{ tonnes de verre}$$

4. Quantité de verre consigné dans les ordures ménagères

La Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel 2012-2013 précise que 4 380 et 634 tonnes de verre consigné ont été déposés dans la collecte des ordures ménagères (RECYC-QUÉBEC, 2015, p. 40).

$$4\,380 + 634 = 5\,014 \text{ tonnes de verre}$$

$$5\,014 * 0.98 = 4\,914 \text{ tonnes de verre}$$

5. Quantité totale de verre consigné

Les valeurs (3) et (4) sont additionnées à la quantité de verre récupérée en 2015 grâce à la consigne publique. Cette quantité provient d'une fiche informative de RECYC-QUÉBEC sur le système de consigne (RECYC-QUÉBEC, 2018a).

$$9\,635 + 4\,914 + 22\,500 = 37\,049 \text{ tonnes de verre}$$

6. Quantité de verre non-consigné déposé aux ordures ménagères

La Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel 2012-2013 précise que 4 380 et 634 tonnes de verre non-consigné ont été déposés dans la collecte des ordures ménagères (RECYC-QUÉBEC, 2015, p. 40).

$$13\,353 + 1\,969 + 17\,544 = 32\,866 \text{ tonnes de verre}$$

$$32\,866 * 0.98 = 32\,208 \text{ tonnes de verre}$$

7. Quantité de verre issu de la collecte sélective utilisée comme matériaux de recouvrement

Le Bilan 2015 de la gestion des matières résiduelles au Québec (RECYC-QUÉBEC, 2017)

$$13\,353 + 1\,969 + 17\,544 = 32\,866 \text{ tonnes de verre}$$

ANNEXE 2 – CONSIGNES DE COLLECTE DES DIFFÉRENTES RÉGIONS DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE (tiré de : Recycle BC, s. d.)

Région	Papier/Carton	Plastique	Métal	Verre
Anmore				
Coquitlam				
Langley				
Prince George				
Quesnel				
North Okanagan				
Boundary				
Kootenay				
Revelstoke				
Pitt Meadows				
Vancouver				